

国際・産学連携インヴァースイノベーション  
材料創出プロジェクト  
(6 研究所連携プロジェクト)

令和 7 年度研究成果報告書

東北大学金属材料研究所

## 目次

インヴァーシノベーション概念と「産業は学問の道場」	1
6 研究所連携プロジェクト概要	2
東北大学金属材料研究所令和 7 年度プロジェクト組織	3
東北大学金属材料研究所令和 7 年度連携研究課題	4
研究概要	5
業績リスト	29
6 研究所連携共通行事	44
会議・行事報告	45
ニュースレター	47
報告書の発行にあたって	55

## インヴァースイノベーション概念と「産業は学問の道場」

東北大学金属材料研究所 所長 佐々木 孝彦

令和3年度よりスタートした6研究所連携プロジェクト「国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出 (DEJI<sup>2</sup>MA) プロジェクト」が5年目を迎え、次期を見据えた取り組みを具体的に検討するフェーズを迎えました。6研究所それぞれの得意分野を連携、インテグレートした新しい研究開発の試み「インヴァースイノベーション」から社会課題解決を目指す材料研究が進展し、大阪大学接合科学研究所の主導の下で事業運営が進展しさらなる連携を6研究所間で構築できることを期待しています。

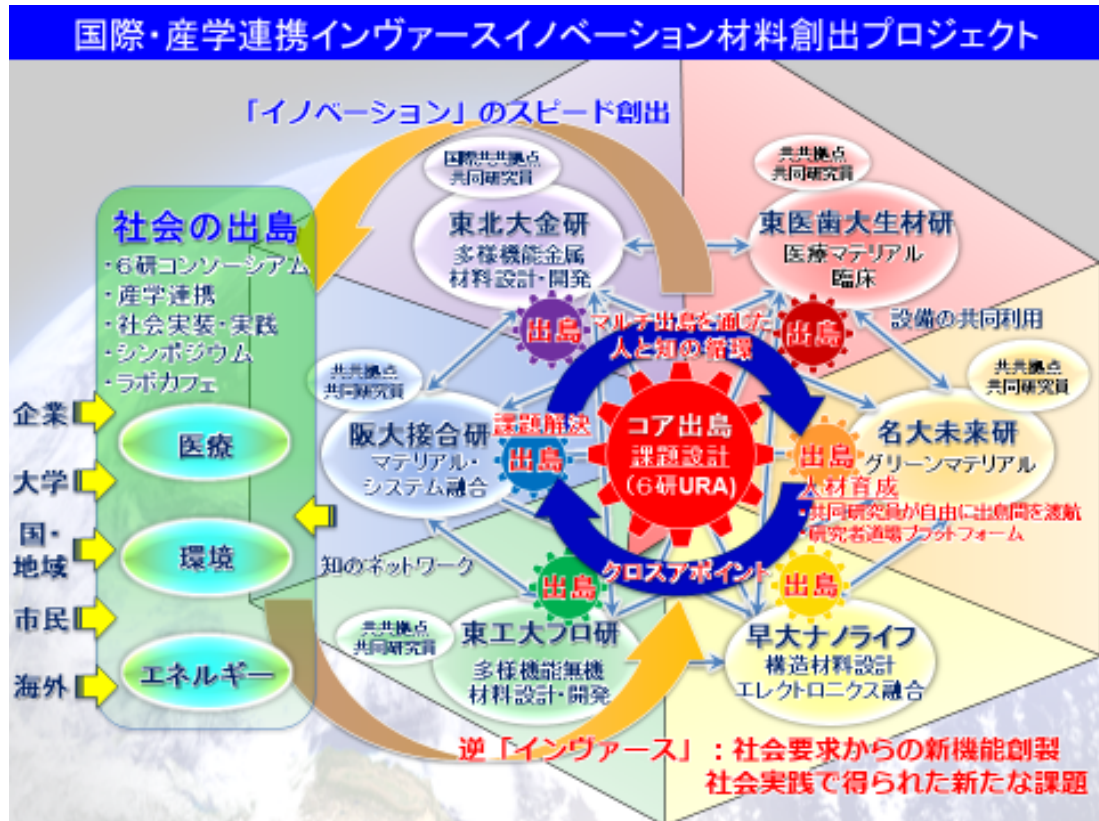
金属材料研究所 (金研) では、加藤秀実教授をプロジェクトリーダーとして、本プロジェクト専任の目代貴之先生を中心に、クロスアポイントメント教員を含む金研所属の4名の教員と学内複数部局から連携教員 (6名) の方々に多数参画いただき環境エネルギー・材料分野、バイオ・医療機器材料分野、情報通信材料分野それぞれで活発な6研究所間連携研究が進められています。

2026年に金研は創立110周年を迎えます。100年を越える材料科学研究・開発の歴史のなかで「金研はどこよりも伝統的で常に新しい」組織であることを目指しています。「継承と変化」のバランスの上で後世に永続する学問を積み上げ続けること、社会を豊かにする技術を提供すること、そしてこれらの活動を担う人材を育成・輩出してまいります。本プロジェクトが目指す新しい「インヴァースイノベーション」アプローチにより社会課題解決を目指す試みは、まさにこの変化を新しい産学連携の在り方として具体化したものの一つとして取り組んでいます。

金研創設者本多光太郎博士の言葉「産業は学問の道場」には、産学連携を大学で行うことの重要性が込められています。一方でこの言葉に込められた意味には多様な解釈の仕方があります。産業=社会的ニーズを起点として、その中に学問的課題を見出し設計し (コア出島)、各々のニーズに対する課題解決からイノベーションに発展させる (マルチ出島) プロセス-本プロジェクトが掲げる「インヴァースイノベーション」概念-も意味合いの一つと見なすことができます。本プロジェクトが社会課題解決の新しい方法となり学術システムとして確立することを本プロジェクトが成果として社会に提示することが必要と考えます。

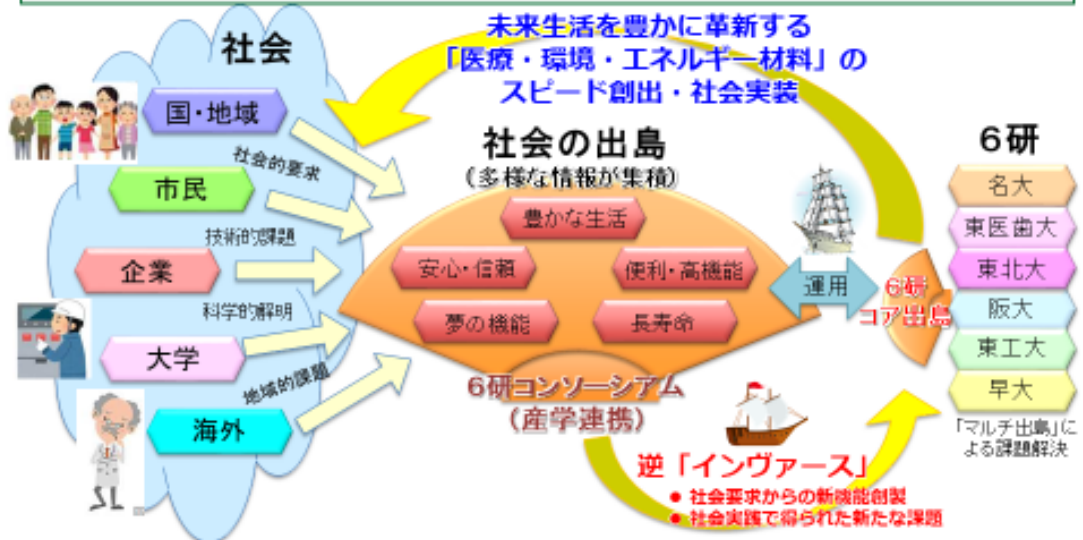
関係者のご尽力により本プロジェクトが発展することを祈念し、今後とも皆様のますますのご協力とご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

## 6 研究所連携プロジェクト概要



**国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト**  
DEJIFMA: Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture

目的・ねらい	次期プロジェクトでは・・・
<ul style="list-style-type: none"> <li>○6つの異なる学術拠点の有機的結合による革新的な医療・環境・エネルギー材料のスピード創出・社会実装。</li> <li>○「社会の出島」を通じた社会的要求や社会実践で得られた新規課題の「インヴァース」。</li> <li>○「コア出島」での社会的要求に対する課題設計。</li> <li>○世界に繋がり、世界をリードする6学術拠点の「マルチ出島」を通じた人と知の循環による課題解決。</li> <li>○未来を豊かにする革新材料を創出できる未来の若手研究者の育成と人財の創出。</li> </ul>	



## 東北大学金属材料研究所令和7年度プロジェクト組織

### 構成員

所長 佐々木 孝彦 教授  
 プロジェクトリーダー 加藤 秀実 教授  
 専任教員 1名 目代 貴之 客員助教、大阪大学 研究所間連携戦略室 助教  
 兼任教員 4名 梅津 理恵 教授、宮坂 等 教授、  
 和田 武 准教授、山中 謙太 准教授

### 学内連携 5名

工学研究科、医工学研究科 成島 尚之 教授、上田 恭介 准教授  
 電気通信研究所、材料科学高等研究所 平野 愛弓 教授  
 電気通信研究所 山本 英明 准教授  
 歯学研究科、医工学研究科 金高 弘恭 教授

### クロスアポイントメント 1名

島根大学、金属材料研究所 千星 聡 教授

### 担当分野

環境・エネルギー 材料分野	バイオ・医療機器 材料分野	情報通信 材料分野	要素材料・技術開発 分野
加藤 秀実	目代 貴之	梅津 理恵	加藤 秀実
梅津 理恵	成島 尚之		梅津 理恵
宮坂 等	平野 愛弓		千星 聡
千星 聡	金高 弘恭		和田 武
和田 武	山中 謙太		
	上田 恭介		
	山本 英明		

## 東北大学金属材料研究所令和7年度連携研究課題

※ インヴァーシブイノベーション事業を推進するべく企業との共同研究における連携テーマを増やしている状況である。

### 1) バイオ・医療機器材料分野 (15 件)

番号	研究課題名	連携先
1-1	可視光応答型酸化チタンの開発および医療応用	東北大-科学大生材研
1-2	がん治療用セラミックスの創製	東北大-科学大生材研
1-3	マイクロ流体デバイスを用いた培養神経回路の構造機能制御	東北大-早大
1-4	インプラント表面のマテリアルデザインー生体活性と抗菌性の両立ー	東北大-科学大フロンティア研-科学大生材研
1-5	血管治療機器用 AuCuAl 生体用形状記憶合金の開発	東北大-科学大フロンティア研-科学大生材研
1-6	光造形プロセスにおける組織制御法の確立と人工歯冠への多次元機能発現	東北大-阪大-科学大生材研
1-7	ナノチタン酸化物の高次構造・集積制御	東北大-阪大-科学大生材研
1-8	セラミック人工歯の光造形アディティブ・マニファクチャリング	東北大-阪大
1-9	歯科用セラミック部材の精密アディティブ・マニファクチャリング	東北大-阪大
1-10	生体用形状記憶合金の開発と機能評価	東北大-科学大フロンティア研
1-11	可視光応答型 TiO <sub>2</sub> による抗菌・抗ウイルス表面の創製	東北大
1-12	表面組成・構造制御による抗菌・ウイルス不活化機能の向上	東北大-科学大フロンティア研-阪大
1-13	造形場の温度制御による高強度 LPBF Ti64 合金の集合組織の微細化と等方化	東北大-阪大
1-14	Future directions in medical alloy design: Ti-based alloys and their fabrication via additive manufacturing techniques.	東北大-阪大
1-15	天然ミネラルを活用した口腔内環境改善と疾患予防	東北大-阪大-企業

### 2) 環境・エネルギー材料分野 (8 件)

番号	研究課題名	連携先大学
2-1	高機能複相銅合金創製のための基礎的・実践的研究	東北大-阪大
2-2	高次構造制御ナノチタン酸化物により水質浄化を実現する環境配慮型水処理技術の確立	東北大-阪大-科学大生材研-企業
2-3	高張力鋼板とマグネシウムの抵抗スポット接合技術に関する研究	東北大-阪大
2-4	Ni メッキ Cu 合金コンタクトチップの高耐久化	東北大-阪大
2-5	非混和性材料機械的接合部の微細組織構造再構成を利用した引張特性評価手法の検討	東北大-阪大
2-6	アーク溶接及び WAAM のプロセス原理解明と精密制御技術の開発	東北大-阪大
2-7	Fabrication of hydrogen fuel catalysts with macro and meso porosity by stereolithography and high temperature liquid metal dealloying.	東北大-阪大
2-8	プラズマ触媒作用による低温・高活性ガスコンバージョンプロセスの創生	東北大-阪大-名大

### 3) 情報通信材料分野 (4 件)

番号	研究課題名	連携先大学
3-1	Mn-Bi 電析膜の作製と磁気特性	東北大-早大
3-2	Mn-Bi 電析膜作製検討とその磁気特性	東北大-早大
3-3	新規ハーフメタル型フェリ磁性体の探索研究	東北大
3-4	マルチスケール材料融合によるはんだ材料の高機能化	東北大-阪大

### 4) 要素材料・技術開発分野 (2 件)

番号	研究課題名	連携先大学
4-1	Mo 固溶ジルコニウムクロム銅作製基盤確立と革新的コンタクトチップの創成	阪大-東北大
4-2	金属ガラスの温間インプリント加工に関する数値解析と実験検証	阪大-東北大

## 研究概要

研究課題リスト（研究概要は当該項を参照）

### **(Cr,Fe)<sub>7</sub>S<sub>8</sub> カルコゲナイド化合物の空孔規則度制御と磁氣的性質**

東北大学金属材料研究所 ○梅津理恵、尹 偉達、宮川正人

島根大学材料エネルギー学部 千星 聡

九州大学大学院工学研究院 吉年 規治

海洋研究開発機構 真砂 啓、川人 洋介

産業技術総合研究所 福島 鉄也

大阪大学大学院工学研究科 赤井 久純

P 7

### **層状金属有機構造体における酸素スピンの結合を介した協同的磁気相転移**

東北大学金属材料研究所 ○宮坂 等、高坂 亘、三村 昌輝

武漢大学 Jun Zhang、Yang Cao

大阪大学 北河康隆

P 9

### **高機能複相銅合金創製のための基礎的・実践的研究 (Cu-Co-Ti 合金の組織制御に関する可能性試験)**

東北大学金属材料研究所 ○千星 聡\* (\*現 島根大学 材料エネルギー学部)

大阪大学接合科学研究所 伊藤 和博

P 11

### **デアロイングにより得られた Fe-Mg 継手強度に及ぼす複合構造の影響**

東北大学金属材料研究所 ○倉林 康太、和田 武、加藤 秀実

大阪大学接合科学研究所 周 紅昌、三上 欣希

P 13

### **金属溶湯層置換法を用いた新規 MAX 相の合成**

東北大学 工学研究科 ○早川 壮馬

東北大学 金属材料研究所 劉 方舟、和田 武、加藤 秀実

P 15

### **Strength Meets Machinability: The Synergistic Role of $\beta$ -Isomorphous Elements in 3D Printed Titanium Alloys**

Institute for Materials Research, Tohoku University Chi-Ho Ng Kenta Yamanaka

Centre for Advanced Materials Processing and Manufacturing, School of Mechanical and

Mining Engineering, The University of Queensland Chi-Ho Ng, M. Adeel Zafar, Mandeep

Singh, Matthew S. Dargusch, Michael J. Bermingham

P 17

**マイクロ流体デバイスを用いた培養神経細胞回路の損傷・回復特性の解析**

東北大学電気通信研究所 ○渡邊 啓太、山本 英明、平野 愛弓  
早稲田大学理工学術院 谷井 孝至

P 19

**Development of dual-functional titanium surfaces with enhanced osteoconductivity and antibacterial activity via alkali-hot water treatment and nitrogen doping**

東北大学大学院歯学研究科 Li Chang、Mohammed N. Al-Duais、陳 鵬、○金高 弘恭  
大阪大学接合科学研究所 目代 貴之

東京科学大学生体材料工学研究所 横井 太史、川下 将一

P 21

**Rapid antimicrobial activity of pure copper coatings fabricated by multi-beam blue diode laser cladding**

東北大学大学院歯学研究科 ○陳 鵬、金高 弘恭

大阪大学接合科学研究所 吉田 環、竹中 啓輔、佐藤 雄二、塚本 雅裕

東北大学金属材料研究所 目代 貴之

P 23

**塩水湖ミネラルにおける抗酸化活性評価と細胞への影響**

大阪大学接合科学研究所 東北大学金属材料研究所 ○目代 貴之

東京都立産業技術センター 中川 清子

東北大学大学院歯学研究科 金高 弘恭、陳 鵬

株式会社グリーンハート・インターナショナル 織田 和男

大阪大学接合科学研究所 阿部 浩也

秀明大学 庭野 吉己

P 25

**第一原理計算および実験によるバルーン拡張型ステント用**

**Co-Cr-Fe-Ni-Mo 合金の塑性変形に及ぼす Fe・Ni の影響解明**

東北大学大学院 工学研究科 ○上田 恭介、檜山 快、中島 知紀、成島 尚之  
物質・材料研究機構 構造材料研究センター 佐原 亮二

P 27

## (Cr,Fe)<sub>7</sub>S<sub>8</sub> カルコゲナイド化合物の空孔規則度制御と磁氣的性質

東北大学金属材料研究所 ○梅津理恵、尹 偉達、宮川正人

島根大学材料エネルギー学部 千星 聡

九州大学大学院工学研究院 吉年規治、海洋研究開発機構 真砂 啓、川人洋介

産業技術総合研究所 福島鉄也、大阪大学大学院工学研究科 赤井久純

Control of the vacancy ordering and the magnetic properties of (Cr,Fe)<sub>7</sub>S<sub>8</sub> chalcogenide compounds  
by ○Rie UMETSU, Weida YIN, Masato MIYAKAWA, Satoshi SEMBOSHI, Noriharu YODOSHI,  
Akira MASAGO, Yosuke KAWAHITO, Tetsuya FUKUSHIMA and Hisazumi AKAI

### 1. 研究目的

これまで、スピントロニクス分野では強磁性体が研究の中心であったが、近年では反強磁性体を用いたデバイスにおいても応用に結びつく特性が得られることが報告されており[1,2]、注目を集めている。我々の研究グループでは、ハーフメタル型電子状態を有し、かつ補償温度にて磁化が完全に相殺される、完全補償型フェリ磁性体の探索を行っている。Zinc blende 型や NiAs 型結晶構造を有する遷移金属カルコゲナイド化合物にて、第一原理計算からハーフメタル型電子状態を有することが示唆され[3,4]、(Cr,Fe)S 化合物において実験による探索を行った結果、(Cr,Fe)<sub>46</sub>S<sub>54</sub> の組成で N 型の完全補償型フェリ磁性を示すことを報告した[5]。しかしながら、僅かではあったが、スピネル型結晶構造の第 2 相が析出していたことから、熱処理温度などのプロセスを最適化する必要があった。本研究では、固相焼結、ならびに急冷する温度を系統的に変化させ、磁気特性に及ぼす空孔規則度の影響を調べた。

### 2. 実験方法

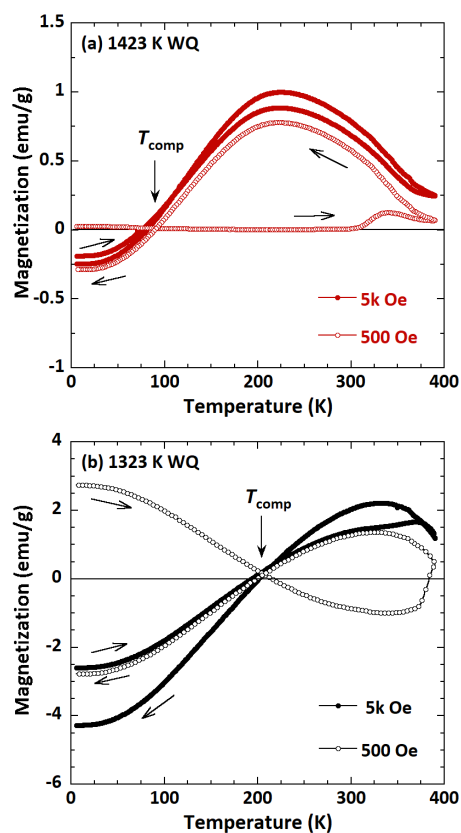
試料は 50 $\mu$ m 程度の原料の粉末(Cr, Fe および S)を Cr<sub>23</sub>Fe<sub>23</sub>S<sub>54</sub> の組成比に秤量し、プレス機にて圧粉体に成形したものを石英管に真空封入し、1023~1423 K にて 1 日保持した後水中に急冷して得た。得られた試料は X 線粉末回折(XRD) 測定で結晶構造を調べ、走査型電子顕微鏡 (SEM) やエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) で組織観察や組成分析を行った。示差走査熱量 (DSC) 測定で熱的安定性を調べ、超電導量子干渉 (SQUID) 磁束計や振動試料型磁力計 (VSM) を用いて磁氣的性質を調べた。また、構成元素の価数は X 線光電子分光法(XPS) にて調べた。

### 3. 研究成果

#### 3. 1 磁気特性

Figs. 1 (a), (b)に 1423, 1323 K にて 1 日間固相焼結し、それぞれの温度から急冷(WQ)して得た試料の熱磁化曲線を示す。無磁場中で試料を冷却し、500 Oe の磁場中で昇・降温過程を測定した後、続けて 5 kOe の磁場を印加して同様に昇・降温過程を繰り返した。500 Oe の熱磁化曲線において磁化が零の値をまたぐ、補償温度が Fig. 1 (a)では約 90 K, 1 (b) では約 200 K で観測され、Néel によって提唱されたような N 型のフェリ磁性体特有の振舞いを示すことが分かった[6]。

5 K にて測定を行ったそれぞれの試料の磁化曲線は、1423 K より急冷した試料では反強磁性体のような直線的な磁化曲線を示したのに対し、1323 K の試料では、大きなヒステレシスが観測され、保磁力は 38 kOe であった。飽和磁化の値は約 8 emu/g であり、単位砲当たりの磁気モーメントに換算すると 0.9  $\mu$ <sub>B</sub>/f.u.と小さな値であった。



Figs. 1 1423 K (a), 1323 K (b)にて固相焼結し、それぞれの温度から急冷して得た Cr<sub>23</sub>Fe<sub>23</sub>S<sub>54</sub> カルコゲナイド化合物の磁化の温度変化。

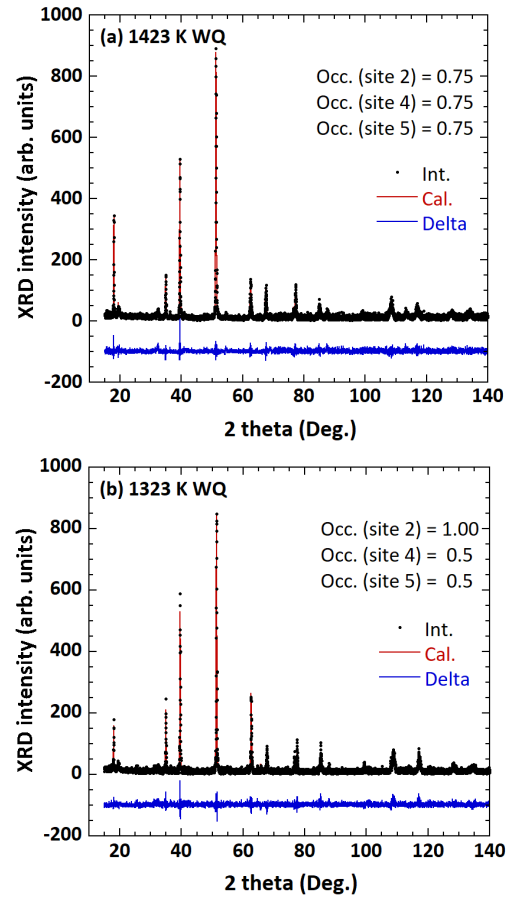
### 3. 2 結晶構造

熱処理温度による磁気特性の違いを調べるために、それぞれの試料から得られた XRD パターンにて Rietveld 解析を行った。Co 管球にて測定を行ったそれぞれの試料の XRD パターンと解析結果を Figs. 2 (a), (b)に示す。なお、解析には Z-code を用いた[7,8]。以前の研究結果では、本化合物の結晶構造は一部空孔を含んだ NiAs 型構造であると報告された[5]。しかしながら、 $2\theta = 20^\circ$  近傍で観測される回折ピークは第 2 相に由来するものではなく、本化合物が NiAs 型の結晶構造の約 4 倍の大きさの単位胞の積層構造を有し、さらに 4 層おきに空孔が規則化していることによる超格子反射であることが判明した。Fig. 3 に  $\text{Fe}_7\text{S}_8$  化合物のプロトタイプである Pyrrhotite ( $C12/c1$ ) の結晶構造を示す。Figs. 2 (a)と(b)ではその超格子反射の強度が大きく異なり、空孔の規則度を変えることでその違いを説明できることが分かった。プロトタイプの構造では、空孔が完全に規則化し、所定のサイトを占有しているが、(a)では Model 1 で示されるように、Fe, Cr が専有する面内で空孔が完全に規則化している状態、(b)では Model 2 のように、一部規則化している状態を仮定することで超格子反射の強度の違いを説明することができた。

以上より、 $\text{Cr}_{23}\text{Fe}_{23}\text{S}_{54}$  の急冷温度の違いによって空孔の規則度が変わり、補償温度の異なる完全補償型フェリ磁性体が得られることが分かった。空孔が完全に規則化した Pyrrhotite 型の  $(\text{Cr,Fe})_7\text{S}_8$  の場合はフェルミ面近傍にて約 90%の高いスピン分極率を維持していることが示唆されているが[9]、実験で得られたような規則度を有する場合のバンド計算を行う必要がある。なお、本化合物で化学気相輸送法による単結晶試料の育成に成功しており、今後詳細な磁気特性を調べる予定である。

### 参考文献

- [1] J. Želenzňý, P. Wadley, K. Olejnik, A. Hoffmann, and H. Ohno, *Nature Phys.* 14, 220 (2018).
- [2] S. Nakatsuji, N. Kiyohara, and T. Higo, *Nature* 527, 212 (2015).
- [3] M. Nakao, *Phys. Rev. B* 74, 172404 (2006).
- [4] H. Akai and M. Ogura, Japanese patent, “Half-metallic fully-compensated ferrimagnet” P5419121 (2014).
- [5] S. Semboshi, R. Y. Umetsu, Y. Kawahito, and H. Akai, *Sci. Rep.* 12, 10687 (2022).
- [6] M. L. Néel, *Ann. Phys.* 12, 137 (1948).
- [7] R. Oishi, M. Yonemura, Y. Nishimaki, S. Torii, A. Hoshikawa, T. Ishigaki, T. Morishima, K. Mori, and T. Kamiyama, *Nuclear Instr. Methods A600*, 94 (2009).
- [8] R. Oishi-Tomiyasu, M. Yonemura, T. Morishima, A. Hoshikawa, S. Torii, T. Ishigaki, T. Kamiyama, *J. Appl. Cryst.* 45, 299 (2012).
- [9] W. Yin, M. Miyakawa, S. Semboshi, N. Yodoshi, A. Masago, Y. Kawahito, T. Fukushima, H. Akai, and R. Y. Umetsu, arXiv:2512.14129 [cond-mat.mtrl-sci] (2026).



Figs. 2 1423 K (a), 1323 K (b)から急冷して得た  $\text{Cr}_{23}\text{Fe}_{23}\text{S}_{54}$  カルコゲナイド化合物の XRD パターンと解析結果。

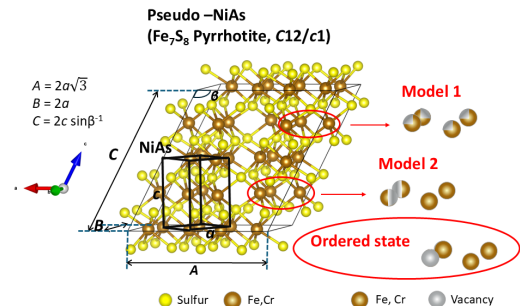


Fig. 3  $\text{Cr}_7\text{S}_8$  プロトタイプ Pyrrhotite の結晶構造と解析で仮定した 2 つのモデル。空孔の規則度がそれぞれ異なる。

## 層状金属有機構造体における酸素スピンの結合を介した協同的磁気相転移

東北大学金属材料研究所 ○宮坂 等、高坂 亘、三村昌輝  
 武漢大学 Jun Zhang、Yang Cao  
 大阪大学 北河康隆

Cooperative Magnetic Phase Evolution via Oxygen Spin Coupling in a Layered Metal–Organic Framework  
 by ○Hitoshi MIYASAKA, Jun ZHANG, Yang CAO, Wataru KOSAKA, Masaki MIMURA,  
 Yasutaka KITAGAWA

### 1. 研究目的と概要

金属–有機構造体 (Metal–Organic Framework; MOF) は、格子上の磁気秩序と多孔性を組み合わせて制御することができ、物質輸送を介した磁気状態の変調を可能にする<sup>1,2</sup>。一般的なゲスト応答性 MOF 磁石では、細孔へのゲストの挿入が構造体に対して構造的、あるいは電子的な摂動を与え、磁気相変換を引き起こす。これに対し、常磁性のゲストは交換経路を直接媒介し、磁気秩序の連続的かつ制御可能な進化を可能とする<sup>3</sup>。しかし、このような材料はこれまでに1例しかなく、ゲスト吸着とスピン媒介の動的変換の評価はされていない。本研究では、強磁性層間のボトルネック状孤立細孔への O<sub>2</sub> 二量体の閉じ込めが、ゲストフリーと同構造で強磁性体から反強磁性体への連続的な進化を引き起こすことを実証した。このことは、O<sub>2</sub> 二量体が反強磁性的な磁気経路として振る舞い、連続的な磁気ドメインの成長と共に、協同現象による磁気転移を起こしていることを示している。

### 2. 研究成果

#### 2. 1 ガス吸着と構造

本研究グループは、電子供与性分子であるカルボン酸架橋水車型ルテニウム二核(II,II)金属錯体と、電子受容性分子である TCNQ (7,7,8,8-tetracyano-*p*-quinodimethane) 誘導体から成る層状分子磁石をこれまでに開発してきた (図1)<sup>1,2</sup>。本研究では、電子供与分子 ([Ru<sub>2</sub>(*m*-FArCO<sub>2</sub>)<sub>4</sub>]; *m*-FArCO<sub>2</sub><sup>-</sup> = *m*-fluorobenzoate) と電子受容分子 (TCNQ(OMe)<sub>2</sub> = 2,5-dimethoxyl-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane) の D:A = 2:1 比からなる層状強磁性体 {Ru<sub>2</sub>(*m*-FArCO<sub>2</sub>)<sub>4</sub>}<sub>2</sub>TCNQ(OMe)<sub>2</sub> (**1**) を研究対象として用いた<sup>4</sup>。この化合物は、ゲストフリーの状態では、*T*<sub>c</sub> = 30 K の強磁性体であり、層間に強磁性的相互作用が働いていることがわかる。この化合物のガス吸着能を調べたところ、窒素は吸着せず、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) と酸素 (O<sub>2</sub>) のみを組成辺り2分子吸着することがわかった<sup>5</sup>。このガス下での構造解析にも成功した。CO<sub>2</sub> と O<sub>2</sub> は共に層間の TCNQ(OMe)<sub>2</sub> に挟まれた空孔にアジャストするように二量体として存在していた。興味深いことに、両者ともほぼ同構造であり、酸素吸着体は、ゲストフリーの化合物 **1** とほぼ同構造であることがわかった。

#### 2. 2 ガス吸着下における磁気挙動

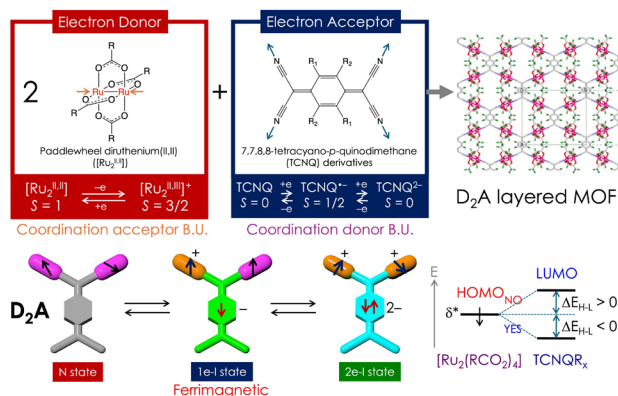


Fig. 1. カルボン酸架橋水車型ルテニウム二核(II,II)金属錯体と、電子受容性分子である TCNQ 誘導体から成る層状分子磁石と電荷状態制御に関する概略図。

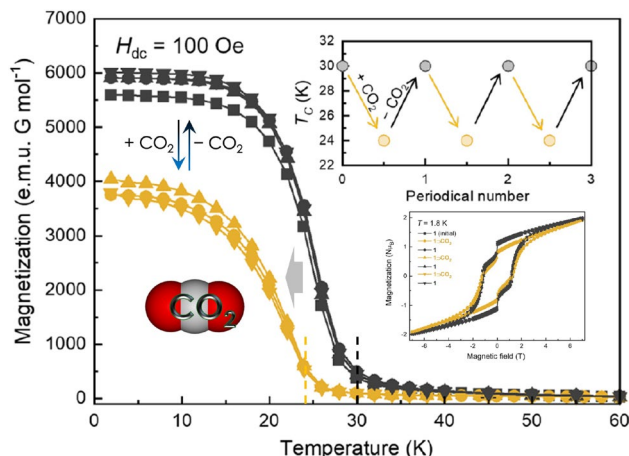


Fig. 2. CO<sub>2</sub> 導入 (100 kPa@200 K) による磁化変化。

ガス下磁気測定では、CO<sub>2</sub>吸着時もゲストフリー状態の **1** と同様な強磁性相のままであり、僅かな構造変位を反映して  $T_C = 24$  K で相転移を起こした (図 2)。一方、O<sub>2</sub>吸着時には反強磁性体 ( $T_N = 28$  K) へ変化した (図 3)。O<sub>2</sub>吸着体がゲストフリーの **1** と同構造であることを考えれば、この強磁性体から反強磁性体への変換は、酸素スピンを介した磁気的な相互作用に因ることを示唆している。DFT 計算により、[TCNQ(OMe)<sub>2</sub><sup>•-</sup>⋯O<sub>2</sub>⋯O<sub>2</sub>⋯TCNQ(OMe)<sub>2</sub><sup>•-</sup>] の基底状態を計算したところ、TCNQ(OMe)<sub>2</sub><sup>•-</sup>⋯O<sub>2</sub>間に  $J = -1.0$  cm<sup>-1</sup>、O<sub>2</sub>⋯O<sub>2</sub>間に  $J = -4.7$  cm<sup>-1</sup> の反強磁性的相互作用が確認され、全体として反強磁性相が基底項であることがわかった。[TCNQ(OMe)<sub>2</sub><sup>•-</sup>⋯CO<sub>2</sub>⋯CO<sub>2</sub>⋯TCNQ(OMe)<sub>2</sub><sup>•-</sup>] では、CO<sub>2</sub>は非磁性であることから、TCNQ(OMe)<sub>2</sub><sup>•-</sup>ラジカル間には磁気的な相互作用は確認されなかった。これらの結果は、実験結果をよく説明している (図 4)。

### 2. 3 速度論的酸素吸着による磁気変化

等圧 O<sub>2</sub>吸着量を O<sub>2</sub>圧 100 kPa に固定し、90 K から昇温過程で測定したところ、160 K をピークとする等圧吸着曲線が得られた。このことは、160 K 以下で O<sub>2</sub>吸着が速度論的に支配されていることを示している。そのため、160 K 以下の幾つかの温度 (120、140、160 K) で吸着保持時間を変え、その都度降温過程で磁化測定を行うことで酸素吸着量を段階的に変化させた結果、吸着量が増えるにつれて強磁性体から反強磁性体へ、 $T_N$ が 17 K から 28 K へと連続的に移行する磁気相変化を観測した (図 5)。これは、酸素吸着に伴って生成する反強磁性ドメインが化合物全体の磁気秩序を協同的に支配するためであり、ガス吸着に起因する連続的な磁気協同現象を捉えた世界初の成果である<sup>5</sup>。

### 3. 参考文献

1. H. Miyasaka, Control of Charge Transfer in Donor/Acceptor Metal–Organic Frameworks, *Acc. Chem. Res.*, **2013**, *46*, 248–257.
2. H. Miyasaka, Charge manipulation in metal–organic frameworks: Toward designer functional molecular materials, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2021**, *94*, 2929–2955.
3. W. Kosaka, Z. Liu, J. Zhang, Y. Sato, A. Hori, R. Matsuda, S. Kitagawa, H. Miyasaka, Gas-responsive porous magnet distinguishes the electron spin of molecular oxygen, *Nature Commun.*, **2018**, *9*, 5420(1–9).
4. J. Zhang, W. Kosaka, Y. Kitagawa, H. Miyasaka, Host–Guest Hydrogen Bonding Varies the Charge-State Behavior of Magnetic Sponges, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2019**, *58*, 7351–7356.
5. J. Zhang, Y. Cao, W. Kosaka, Y. Kitagawa, H. Miyasaka, Cooperative Magnetic Phase Evolution via Oxygen Spin Coupling in a Layered Metal–Organic Framework, *J. Am. Chem. Soc.* **2025**, *147*, 35742–35754.

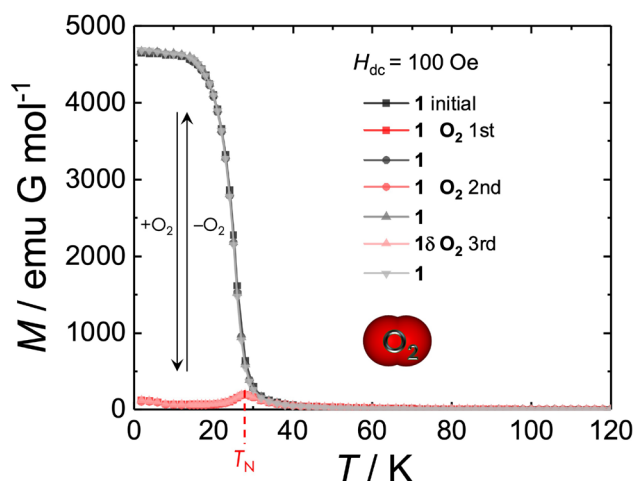


Fig. 3. O<sub>2</sub> 導入 (100 kPa@300 K) による磁化変化.

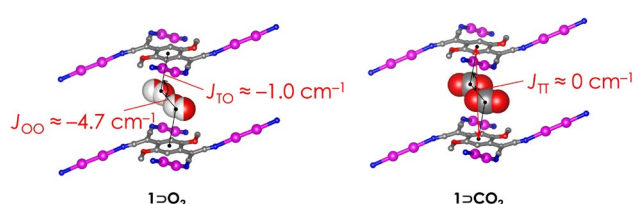


Fig. 4. DFT 計算による交換相互作用.

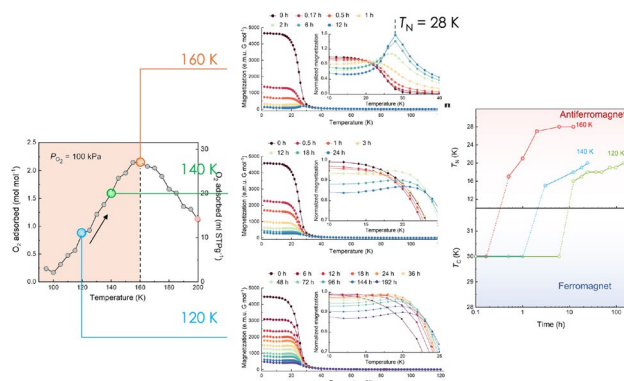


Fig. 5. 120, 140, 160 K における O<sub>2</sub> 導入経時による磁化変化.

## 高機能複相銅合金創製のための基礎的・実践的研究 (Cu-Co-Ti 合金の組織制御に関する可能性試験)

東北大学金属材料研究所 ○千星 聡\*  
(\*現 島根大学 材料エネルギー学部)  
大阪大学接合科学研究所 伊藤 和博

Fundamental and practical research on high-performance multiphase copper alloys:  
(A Feasibility Study on Microstructural Control in Cu-Co-Ti Alloys)  
by ○Satoshi SEMBOSHI, and Kazuhiro ITOH

### 1. 研究目的

近年、電子機器では小型化・高性能化が急速に進展しており、内部で使用される材料にも一層の高性能化が求められている。特に、電子素子を構成する接点や配線材料で汎用される銅合金では、電子基板の進化に伴い、より高い強度、導電性、耐久性、耐熱性を備えることが重要になっている。一般的に銅合金において強度と導電性はトレードオフの関係にあるが、近年では、特に時効析出型合金を中心に、これら相反する特性を両立させる研究が進められている。本研究グループでは、時効析出型 Cu-Ni-Al 合金において、Ni と Al の組成比が 3:1 となる合金組成の際に、この合金を溶体化処理後に時効処理すると、fcc-Cu 母相中に L1<sub>2</sub>構造(fcc の規則構造)を有する Ni<sub>3</sub>Al 粒子が整合析出し、顕著な析出強化が生じることを確認している<sup>(1,2,3)</sup>。これは Ni 基超合金の  $\gamma$ - $\gamma'$  組織と類似の組織である。しかし、この合金系では、時効後も Cu 母相中に相当量の Ni および Al が固溶元素として残留するため、導電率が低いという課題がある。

本研究では、Cu-Co-Ti 系合金に着目した。Co と Ti の組成比を 3:1 とした Cu-Co<sub>3</sub>Ti 合金は、Cu-Ni-Al 合金における Ni<sub>3</sub>Al の析出挙動と類似して、fcc-Cu 母相と極めて格子定数の近い L1<sub>2</sub>構造を有する Co<sub>3</sub>Ti 粒子が整合析出する組織を形成することが、既存の Cu-Co-Ti 三元系状態図<sup>4</sup>から予想される。さらに、Cu 母相に対する Co および Ti の固溶限は Ni や Al に比べて非常に小さい。このため、析出強化に加えて導電率の向上も期待できる。このことから、Cu-Co<sub>3</sub>Ti 合金は高強度と高導電性を兼ね備えた新規銅合金となる可能性を有する。

しかしながら、Cu-Co<sub>3</sub>Ti 系合金に関する詳細な状態図はこれまで報告されておらず、その時効析出挙動や、強度および導電率の変化に関する研究について十分に検討されていない。そこで本研究では、まず、Cu-Co<sub>3</sub>Ti 擬二元系状態図を実験的に構築することを目的とした。種々の組成を有する Cu-Co-Ti 合金を試作し、熱的安定性と平衡状態における組織を評価することで、状態図の作成を試みた。次に、得られた知見を基に、時効析出が期待できる合金組成の試料に対して、溶体化-時効の熱処理を施し、その機械的・電気的特性を比較することにより本合金系における固溶強化能および析出硬化能を検討した。また、溶体化材および時効材の組織観察を行うとともに、構成相の組成分析を実施し、熱処理に伴う相変化の解明を試みた。

### 2. 研究成果

#### 2. 1 試料作製および評価法

秤量組成が Cu- (0.5, 0.75, 1.0, 6.0, 8.0, 10) at.% Co<sub>3</sub>Ti となる 6 種類の合金を高周波溶解にて作製した。溶製後に熱間鍛造および圧延、さらに冷間圧延を施し、その後試料片を切出した。実験状態図を作成するため、まず、Cu- (6.0, 8.0, 10) at.% Co<sub>3</sub>Ti 合金を示差走査熱量測定 (DSC) に供し、固相線および液相線温度を評価した。さらに、そのうち Cu-8.0 at.% Co<sub>3</sub>Ti 合金に対して、400~1000 °C の温度範囲で相平衡に達するまで長時間熱処理を施した試料を作製し、それらの導電率を渦電流式導電率測定装置にて計測した。これにより、Cu 母相中における Co, Ti の平衡固溶量の温度依存性を評価した。

また、溶体化のため、大気中にて 980 °C で 3 h の熱処理を行った後、水中で急冷した。これらを 450~650 °C で時効処理を施した。試料の導電率を渦電流式導電率測定で測定した。さらに、試料の強度特性を把握するために、ビッカース硬さ試験を実施した。組織観察には走査型電子顕微鏡 (FE-SEM)、元素分布の解析には電子線マイクロアナライザ (FE-EPMA)、結晶構造解析には透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いた。

#### 2. 2 実験状態図の作成

Cu- (6.0, 8.0, 10) at.% Co<sub>3</sub>Ti 合金を DSC 測定した結果、凝固開始温度はいずれも 1109 °C、凝固終了温度は

1091 °Cであり、これらの温度に顕著な組成依存性は認められなかった。

さらに、Cu-8.0 at% Co<sub>3</sub>Ti 合金の溶製材を 400~1000 °C の温度範囲で、長時間熱処理を施した試料に対して導電率測定を行い、合金の比抵抗率を算出した。400~1000 °C の温度範囲では、温度上昇に伴い、試料の比抵抗率が增加することが確認された。たとえば、500 °C では比抵抗率は  $3.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 、980 °C では  $7.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  を示した。比抵抗率の値から Nordheim の式を用いて、Cu 母相に対する(Co+Ti)の平衡固溶量  $C$  (at.%)を算出した。熱処理温度と Cu 母相中の(Co+Ti)の平衡固溶量  $C$  との関係解析した結果、 $C$  は熱処理温度に依存して増加し、温度  $T$  (K)に対して以下の式で近似された (相関係数  $R^2 = 0.94$ ) 。

$$\ln C = -2428(1/T) + 2.14 \quad \dots (1)$$

得られた式(1)は、Cu-Co<sub>3</sub>Ti 擬二元系の固溶線を表すものである。

以上の結果をまとめると、Fig. 1 に示すような Cu-Co<sub>3</sub>Ti 擬二元系状態図が提案される。Cu の融点は 1084 °C であり、Co と Ti が固溶することにより融点は上昇する。Cu-(6.0~10) at.% Co<sub>3</sub>Ti の合金組成では、1091~1109 °C の範囲で固液二相領域が広がる。Cu 母相中への(Co+Ti)の固溶線は Fig. 1 赤線部で示される。

### 2. 3 時効にともなう硬さ、導電率の変化

Fig. 1 の状態図を鑑みれば、Cu-(0.5~1.0) at.% Co<sub>3</sub>Ti 合金では、980 °C での溶体化処理後、450~700 °C あたりで時効熱処理を施すことにより、Cu 母相中に Co<sub>3</sub>Ti が析出することが予見される。Fig.2 に、Cu-1.0 at.% Co<sub>3</sub>Ti 合金に 980 °C で 3 h の溶体化処理後、550~700 °C で時効熱処理したときの、時効時間に対するビッカース硬さと電気伝導率の変化を示す。溶体化材の試料の硬さは 80 HV であった。550~700 °C のいずれの温度でも硬さが時効時間とともに増加し、ピークに達した後では硬さは緩やかに低下する。特に、600 °C で 8 h 時効した試料では硬さは 105 HV と 25 HV 増加した。導電率は溶体化材では 37% IACS であったが、時効時間とともに増加し、ピーク硬さでは 53% IACS となった。

### 3. まとめ

本研究では、Cu-Co<sub>3</sub>Ti 擬二元系合金の実験状態図を提案した。得られた状態図からの情報に基づき、Cu-1.0 at.% Co<sub>3</sub>Ti 合金に溶体化処理および時効熱処理を施し、強度、導電性、組織構造の変化を評価した。状態図の構築にあたっては、DSC による熱的特性の評価から固液境界を決定し、さらに導電率測定から固溶線を導出した。その結果、900 °C 以上において Cu 中に最大で約 1.0 at.% の Co<sub>3</sub>Ti が固溶可能であることが示唆された。Cu-1.0 at.% Co<sub>3</sub>Ti 合金を溶体化一時効処理に供したところ、最大でビッカース硬さ 105 HV に達し、そのときの導電率は 53% IACS となった。

### 4. 参考文献

- 1) 笠谷周平, 首藤俊也, 兵藤宏, 渡辺宏治, 成枝宏人, 千星聡, 宮本吾郎, 銅と銅合金, 61 (2022) 34-39.
- 2) 榛木陵太, 千星聡, 金野泰幸, 高杉隆幸, 首藤俊也, 兵藤宏, 銅と銅合金, 59 (2020) 48-53.
- 3) S. Semboshi, R. Hariki, T. Shuto, H. Hyodo, Y. Kaneno, N. Masahashi, Metall. Mater. Trans. A, 52 (2021) 4934-4945.

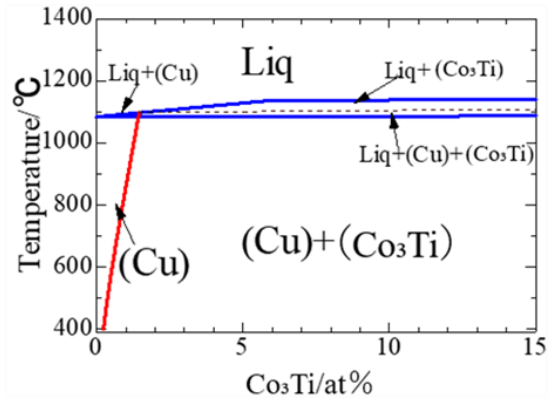


Fig. 1 Predicted partial phase diagram of Cu-Co<sub>3</sub>Ti pseudo-binary system.

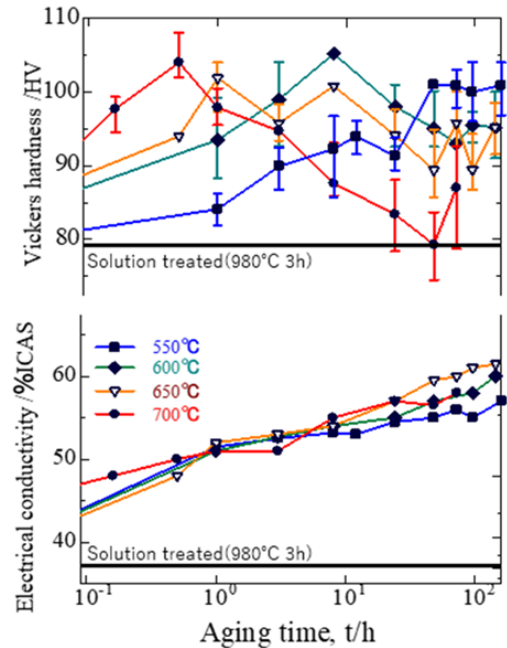


Fig. 2 Variations in Vickers hardness and electrical conductivity for Cu-1.0 at%Co<sub>3</sub>Ti alloy aged at 550 to 700°C as a function of aging time.

## デアロイングにより得られた Fe-Mg 継手強度に及ぼす複合構造の影響

東北大学金属材料研究所 ○倉林 康太、和田 武、加藤 秀実  
 大阪大学接合科学研究所 周 紅昌、三上 欣希

Microstructural features governing the strength of immiscible Fe-Mg joint formed by dealloying  
 by ○Kota KURABAYASHI, Hongchang ZHOU, Yoshiki MIKAMI, Takeshi WADA, Hidemi KATO

### 1. 研究目的

輸送機器の低環境負荷を実現するには車体の軽量化が必要であり、従来材料である鉄とマグネシウムのような軽量材料を接合することで達成される。同時に高安全性を確保するために強固な継手が求められるが、鉄とマグネシウムは相分離する組み合わせであるため、界面における冶金反応を利用した接合法は適用できない。そこで我々は、あえてこの相分離する異種金属の関係を利用した「デアロイング」を接合界面で起こし、複雑に絡んだ形状を持つ複合構造を形成させることで、強固な機械接合を試みた。デアロイングは元素間における混和と分離の関係により、合金中から特定の元素のみを溶出させる現象であり、相分離する異種金属の複合化を可能にする。Wada ら[1]は、FeNi 前駆合金を Mg 溶湯に浸漬すると、合金から Ni のみが溶湯へ溶出し、残存した Fe が Mg 溶湯中で連続構造体を自己組織化したことで、Fe と Mg が 3 次元的に複雑に絡み合った複合組織が形成することを報告した。我々[2]は、Fe<sub>100-x</sub>Ni<sub>x</sub> 中間層を用いて純金属間で Fe-Mg 接合を行い、中間層の Ni 濃度が複合構造・継手強度を決定づける重要な因子であることを明らかにした。本研究は、Ni めっき Fe を熱処理することで Fe 先端に予め組成勾配を有する Fe-Ni 層を作製し、Mg と突合させてデアロイングを起こして接合した。継手の組織観察・機械試験および有限要素法による応力分布シミュレーションを通して、複合層の厚さや相分率といった構造と継手強度の関係について定量的な評価を行った。

### 2. 研究成果

#### 2. 1 Fe-Mg 継手の 3 次元モデル生成および有限要素法による機械シミュレーション

集束イオンビームを用いて Fe-Mg 接合界面をスライスしながら、界面のマイクロ組織写真を取得した後、Avizo ソフトウェアにより、それらスライスデータの軸合わせ・二値化・重ね合わせを行い、継手の 3 次元モデルを生成した。Fig. 1 は、850°C、1 時間熱処理を行った 4 μm Ni めっき Fe と Mg 間においてデアロイングを行った後の接合界面の 3 次元像である。接合界面に Fe および Mg の 2 相が連続的に絡み合った複合層が形成した。このとき、Fe-Ni 層から Mg 側に抜けた Ni は、Mg-Ni 共晶反応 (Mg+Mg<sub>2</sub>Ni→Liquid) により液相となり、接合中のプレス工程によって接合界面外に排出されたため、3 次元モデルを生成する過程において、複合層内にごく微量に存在しうる Ni の存在は無視した。複合層における Mg の相分率は、Fe-Ni 層から脱成分される Ni 量に依存するため、予め作製した Fe-Ni 拡散層の Ni 組成勾配により、接合界面に形成した複合層の Mg 相分率は Fe 側に向かって連続的に減少した。

この 3 次元モデルを用いて、有限要素法による弾塑性シミュレーションを実行し、継手に生じる応力の分布について調査した。Fig. 2 は、継手に最大引張応力が作用した時点における、複合層の各断面にかかる応力分布を示す。複合層と Mg 母材の界面 (以降デアロイングバックと呼ぶ) における、Mg 相および Fe-Mg 界面部に応力集中がみられた。この結果は、Fe-Mg 継手においてデアロイングバックが最も弱い箇所であり、引張試験において優先的に破断が起きることを示唆した。

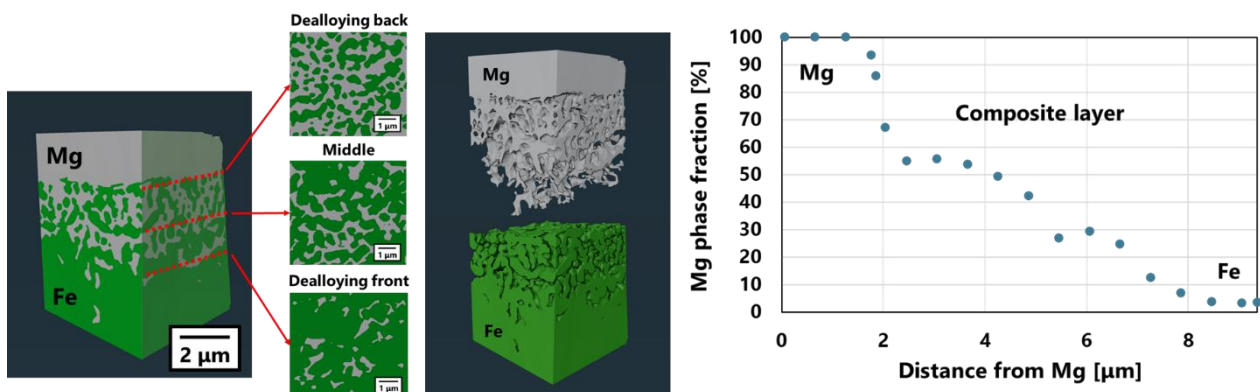


Fig.1 集束イオンビーム走査電子顕微鏡を用いて作成したトモグラフィ像および相分率の変化

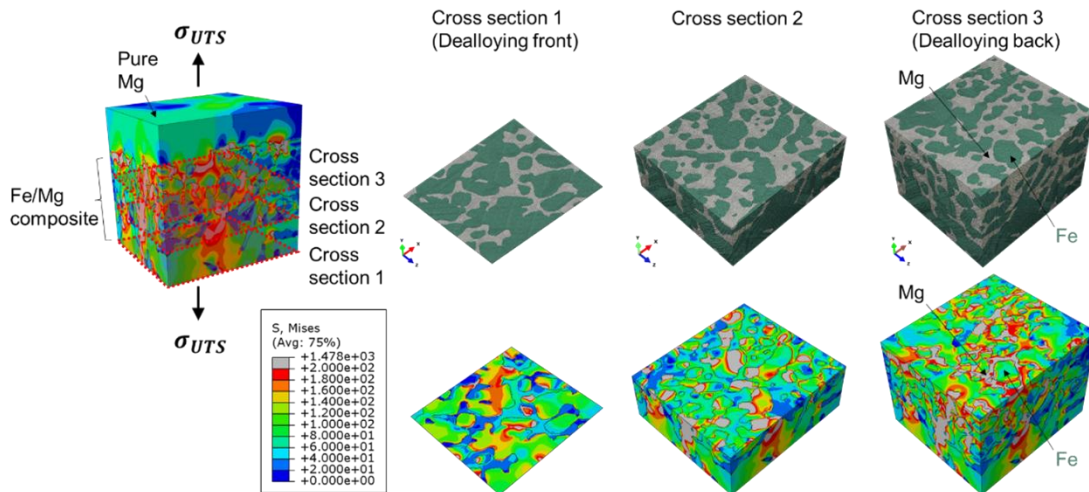


Fig.2 最大引張応力下における Fe-Mg 継手の応力分布マッピング

## 2. 2 継手の引張試験および破断面の組織観察

Fig. 3 に 850°C, 1 および 5 時間熱処理を行った 4 μm Ni めっき Fe と Mg 間においてデアロイングを行った後の継手の応力-ひずみ曲線の比較を示す。デアロイングの予備工程となる Ni めっき Fe の熱処理時間が 1 時間の場合、複合層の強度が Mg 母材強度を上回り、強固な接合が達成できた。一方で、熱処理時間が 5 時間の場合、最大引張強度 88 MPa (Mg 母材強度の 51.1%) で界面破壊を起こした。破断面の観察により、

Fe 側のみ複合層が残存していたことから、破断はデアロイングバックにおける主に Mg 相で起きたことが同定された。この実験結果は、有限要素法によるシミュレーション結果と一致した。熱処理時間が長くなると、Fe-Ni 層表面の Ni 濃度が減少し、それに伴い Fe-Mg 継手のデアロイングバックにおける Mg 相分率も減少するため、同一面上において Mg 相にかかる応力集中を分散できる領域が少なくなり、強度低下につながったと考えられる。

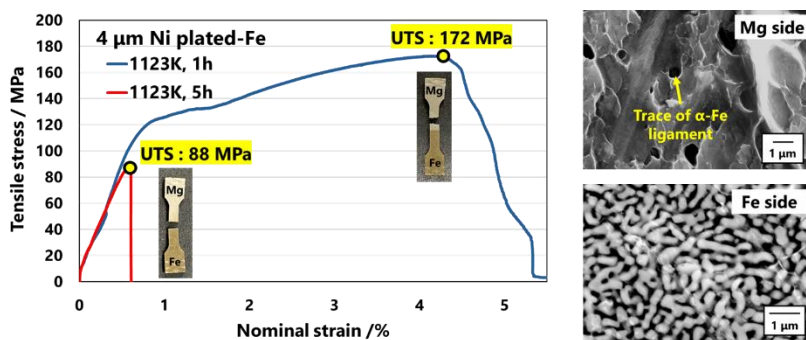


Fig.3 継手の引張応力-ひずみ曲線および破断面のマイクロ組織

## 2. 3 複合層の厚みが継手強度に与える効果

複合層の厚みが継手強度に与える影響について調査するため、Ni めっき厚さを 1, 4, 7 μm 用意し、同様に熱処理を行い、異なる厚さの Fe-Ni 層を作製した。Fe-Ni 層は全てデアロイングされるため、複合層の厚みは Fe-Ni 層の厚みに依存する。各複合層厚さに対して引張試験を行い、複合層中の α-Fe リガメントサイズで規格化した複合層厚さと継手強度の関係を Fig. 4 に示す。複合層の厚みが増加するにつれ、強度は上昇したが、 $l/d > 20$  において強度が飽和していく現象がみられた。これは、複合層の厚みがリガメントサイズの 20 倍以上になると、Fe 側に深く絡んだ複合部は最大引張強度にほとんど影響しないことを示唆している。

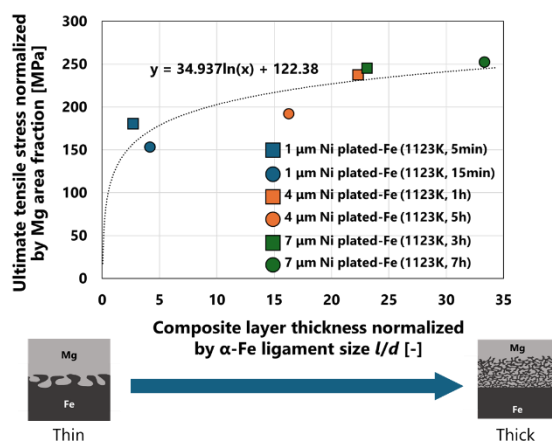


Fig.4 複合層の厚みと継手強度の関係

## 3. 参考文献

- (1) T. Wada and H. Kato, Three-dimensional open-cell microporous iron, chromium and ferritic stainless steel, *Scripta Materialia*, 68 (2013), 723-726.
- (2) K. Kurabayashi, T. Wada and H. Kato, Dissimilar joining of immiscible Fe-Mg using solid metal dealloying, *Scripta Materialia*, 230 (2023), 115404.

## 金属溶湯層置換法を用いた新規 MAX 相の合成

東北大学 工学研究科  
東北大学 金属材料研究所

○早川 壮馬  
劉 方舟、和田 武、加藤 秀実

Synthesis of New MAX Phases via Liquid Metals Layer Replacement Reactions  
by ○Soma HAYAKAWA, Fangzhou LIU Takeshi WADA and Hidemi KATO

### 1. 研究目的

$M_{n+1}AX_n$  で表される層状化合物である MAX 相は、金属とセラミックス両方の特性を持ち、熱伝導性や、電気伝導性に優れる。その特性から、蓄電・センサー材料への応用が期待される<sup>1</sup>。新規 MAX 相が合成できればこれらのデバイスの性能向上や新機能発見が期待される。新規 MAX 相はシミュレーションでその存在が予測されているが、既存の合成法の制約により、未実現のものが多数存在する<sup>2</sup>。本研究では、MAX 相合成の新技術として金属溶湯層法(LMLR)を提案する。本手法はポーラス金属の合成法として発展してきた金属溶湯脱成分法を応用したものである。LMLR は特定の金属溶湯へ前駆体となる MAX 相を浸漬し、結晶構造を維持したまま A 元素を溶湯成分で原子層レベルで置換することで新規 MAX 相を得る (Fig1)。先行研究では、特定の MAX 相が金属液体と接触すると液体成分が MAX 相中に侵入することが報告されている<sup>3</sup>が、その反応メカニズムや構造は未解明である。

本研究では LMLR の反応原理を学術的に解明し、LMLR を新規 MAX 相の合成手法として確立することを目指す。

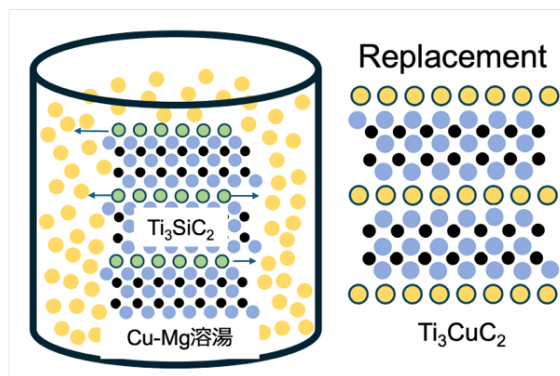


Fig. 1 : LMLR の概略図

### 2. 研究成果

#### 2. 1 Si 置換量に及ぼす LMLR 条件の影響

放電プラズマ焼結法により  $Ti_3SiC_2$  を作製し、1mm 幅に切断した。得られた試料を溶湯に浸漬して LMLR 処理を施した。本研究では、Cu の融点低下を目的として Cu-Mg 合金溶湯を用いた。 $Ti_3SiC_2$  を  $Cu_{67}Mg_{33}$  溶湯に 850°C、950°C、1050°C で 30 min 浸漬し、その断面を FE-SEM により観察および組成分析を行なったところ、 $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)C_2$  の合成が示唆された。各温度条件において組成分析を実施した結果、MAX 相中の Cu 含有量は 950°C で反応させた試料において、最も高い値を示した (Fig.2)。Fig.2 における縦軸は  $Cu(atm\%)/\{Cu(atm\%)+Si(atm\%)\}$  の値を示す。さらに 850°C で 120 min の LMLR 処理を行ったところ、850°C では 30 min の処理に比べ Cu 含有量の増加が確認された (Fig.3)。

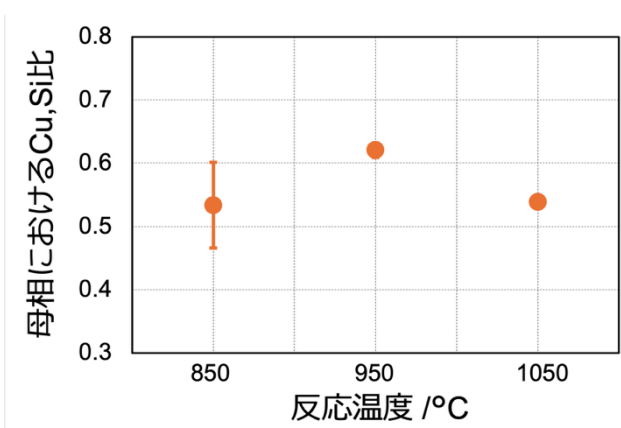


Fig. 2 : Cu 置換量の温度依存性

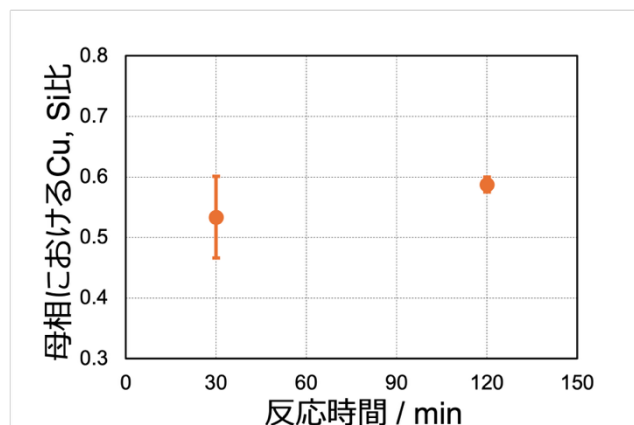


Fig. 3 : 850°Cにおける Cu 置換量の時間依存性

## 2. 2 $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)_2$ の安定性

放電プラズマ焼結法により作成した  $Ti_3SiC_2$  を  $Cu_{67}Mg_{33}$  溶湯に  $850^\circ C$  で 120 min 浸漬した試料に対し、 $1050^\circ C$  まで示差熱分析を行なった。Fig.4 から分かるとおり、各温度において顕著なピークは見られなかった。これにより大気雰囲気において  $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)_2$  は  $1050^\circ C$  以下で安定であることが示唆された。

$Ti_3SiC_2$  に対し、 $850^\circ C$ 、 $950^\circ C$ 、 $1050^\circ C$  で 30 min の LMLR 処理を行った試料のマイクロ組織観察を行なった。 $950^\circ C$ 、 $1050^\circ C$  では溶湯成分と試料との境界部分に、MAX 相が分解され  $TiC$  と  $Cu$ 、 $Mg$  が層状に分布された箇所が確認された(Fig.5)。さらに、 $950^\circ C$  で 120 min の LMLR 処理後、組成分析を行なったところ、母相のほとんどが  $TiC$  となり、試料中に MAX 相と考えられる箇所は確認されなかった。これらの結果より、 $Cu_{67}Mg_{33}$  溶湯を用いた  $Ti_3SiC_2$  を一様な  $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)_2$  にするための温度条件は  $850^\circ C$  から  $950^\circ C$  の間にあることが確認された。

以上の結果より、 $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)_2$  は LMLR 処理を  $950^\circ C$  以上で実施した場合に、MAX 相構造を保持できなくなることが示唆された。しかしながら、これは  $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)_2$  自体の高温不安定性に起因するものではなく、 $Cu_{67}Mg_{33}$  溶湯中にさらされることによって分解が進行するためであると考えられる。

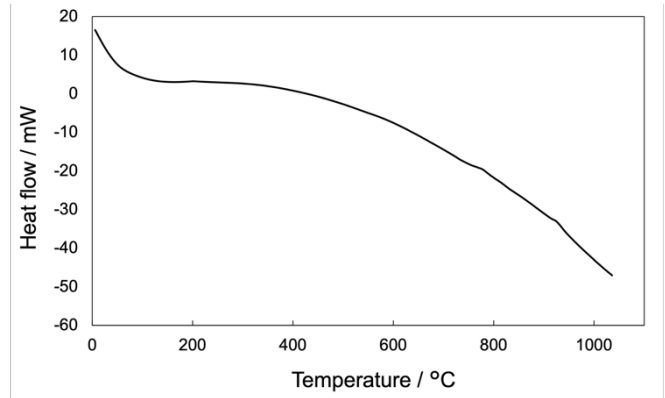


Fig. 4 :  $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)_2$  における DTA 分析結果

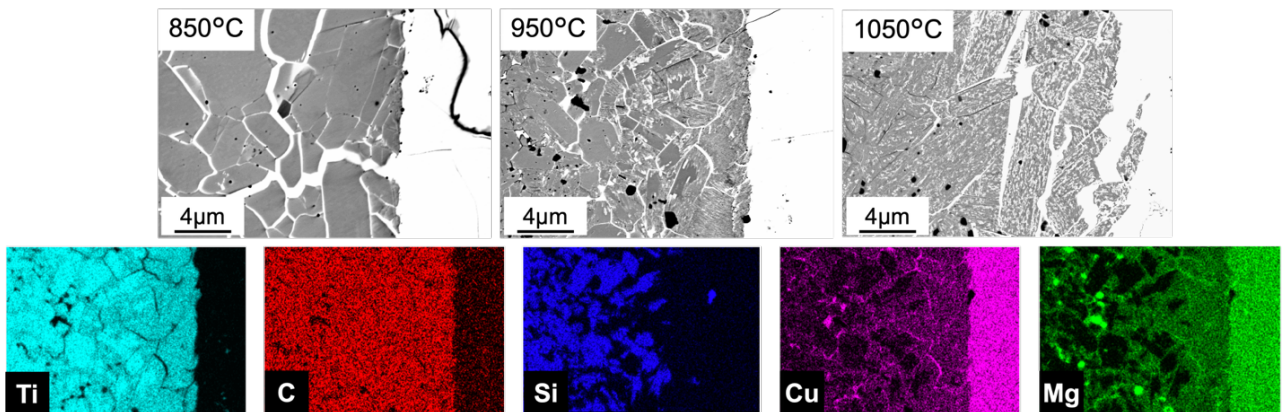


Fig. 5 : 各温度における LMLR 処理後のマイクロ組織および  $950^\circ C$  で処理した試料の EDS マップ

## 3. まとめ

本研究では、 $Cu$ - $Mg$  混合溶湯を用いた LMLR 処理により  $Ti_3SiC_2$  における  $Cu$  置換挙動および相安定性を調査した。その結果、一定の温度条件下では一様な  $Ti_3(Si_{1-x}Cu_x)_2$  が合成可能であることが示唆された。また、反応温度の上昇に伴い MAX 相の安定性が低下し、 $950^\circ C$  以上では MAX 相の分解が示唆された。今後、作製試料の詳細な構造解析および溶湯組成の影響について検討を進めていく。さらに他の系における LMLR 処理を用いた新規 MAX 相合成の検討も行っていく。

## 4. 参考文献

- (1) Md. Shahinoor Alam, et al., Royal Society of Chemistry, 14, (2024), 26995-27041.
- (2) Martin Dahlqvist, et al., Materials Today, 72, (2023), 1-24.
- (3) Oliver Dezwllus, et al., Scripta Mater, 104, (2015), 17-20.

# Strength Meets Machinability: The Synergistic Role of $\beta$ -Isomorphous Elements in 3D Printed Titanium Alloys

Chi-Ho Ng<sup>1,2</sup>, M. Adeel Zafar<sup>2</sup>, Mandeep Singh<sup>2</sup>, Matthew S. Dargusch<sup>2</sup>, Kenta Yamanaka<sup>1</sup>, Michael J. Bermingham<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Materials Research, Tohoku University, Sendai, Japan

<sup>2</sup>Centre for Advanced Materials Processing and Manufacturing, School of Mechanical and Mining Engineering, The University of Queensland, St Lucia, Queensland, 4072, Australia

e: ng.chi.ho.c6@tohoku.ac.jp

## 1. Research Object

Additive manufacturing (AM) offers potential for customised titanium products but often results in undesirable variations in mechanical properties due to metastable phases and columnar grains. Research has addressed this, including alloy modification [1]. Recently, incorporating  $\beta$ -isomorphous elements (i.e., high-melting-point elements that are miscible with  $\beta$ -titanium) has proven to be an effective alloy design strategy. This approach tackles phase heterogeneity and columnar grains, thereby improving mechanical properties and removing anisotropy in commercially available metastable  $\beta$ -titanium alloys [2].

Such principles improve titanium's suitability for AM and enable quick production of quality parts. Most research focuses on mechanical performance and grain size, neglecting machinability. AM parts often require precision machining [3], regardless of the process (laser powder bed fusion or wire-based directed energy deposition). On the other hand, titanium alloys are hard to machine, so understanding how alloy composition affects finishing and surface quality is crucial. While AM titanium machinability has been studied [4], little is known about machining modified alloys with unmelted foreign particles.  $\beta$ -isomorphous elements, such as tantalum (Ta), are of interest for alloying with titanium to improve mechanical performance [2]. Ta is used in additive manufacturing to modify titanium alloys [5], enhancing strength and ductility. Although such alloys meet ISO 7209, their machining behaviour is not fully understood, especially the effect of unmelted refractory particles, mainly  $\beta$ -isomorphous elements. This study added Ta to Ti-6Al-4V via laser powder bed fusion (L-PBF) to explore its effects on grain refinement, mechanical properties, and machining performance.

## 2. Experimental Results

The addition of 10% Ta to L-PBF Ti-6Al-4V significantly refines the microstructure, yielding a 47% reduction in prior  $\beta$ -grain size (to  $23.36 \pm 4.33 \mu\text{m}$ ) and a transition from coarse columnar to a mixed fine columnar-equiaxed morphology (Figure 1). EBSD analysis substantiates this shift, showing a halved maximum MUD value and a drop in the texture index from 12.11 to 1.96, indicating a substantially weakened preferred orientation. This refinement is primarily driven by enhanced constitutional supercooling ( $\Delta T_{CS}$ ) resulting from an increased Q value ( $\sim 80\text{K}$ ) and an expanded freezing range  $\Delta T_{FR}$  ( $\sim 32\text{K}$ ). Furthermore, partially dissolved Ta particles serve as heterogeneous nucleation sites, creating localised, Ta-rich supercooled liquid envelopes that effectively promote equiaxed grain growth.

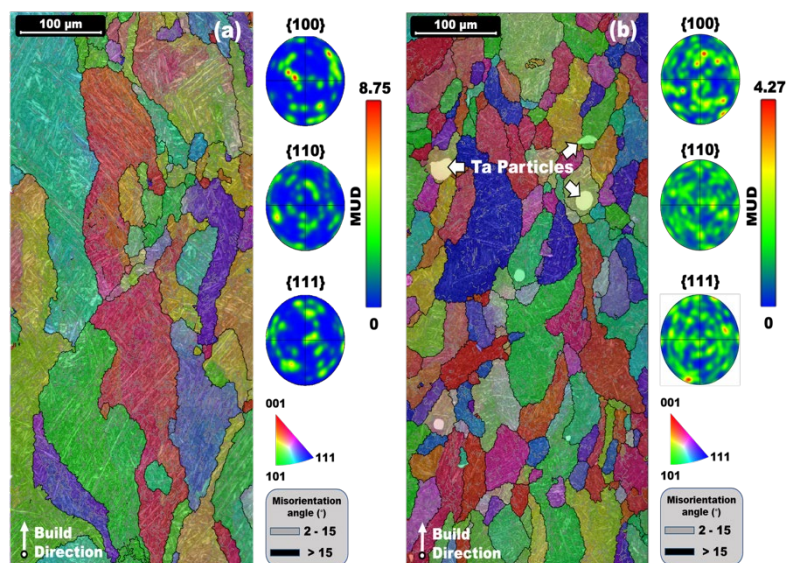


Figure 1 Reconstructed  $\beta$  orientation EBSD maps for the (a) Ti-6Al-4V and (b) Ti-6Al-4V+10Ta

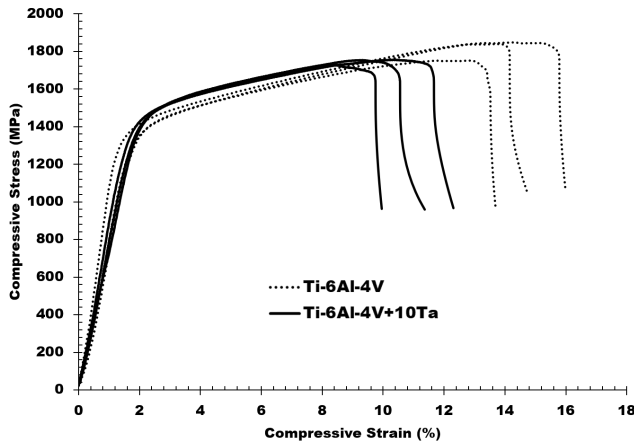


Figure 2 Compressive stress-strain curves of Ti-6Al-4V and Ti-6Al-4V+10Ta were obtained through compression tests on cylindrical specimens

To accurately quantify fluctuating machining forces, Root Mean Square (RMS) values were used, revealing that the  $F_x$  (lateral) and  $F_y$  (feed) components predominate, while  $F_z$  remains stable (Figure 3a & b). Although the addition of 10% Ta generally reduced  $F_x$  and  $F_y$  compared to the base Ti-6Al-4V, a transient force surge at 1200 mm<sup>3</sup> suggests that hard Ta particles may act as rigid inclusions (Figure 3c), causing localised contact stress and temporary tool-workpiece instability before steady-state chip formation resumes. Machinability was further evaluated using Specific Cutting Energy (SCE), defined as  $SCE = \frac{v_c}{V_{rem}} \int_0^{t_c} \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2} dt$ , integration of the 3-dimensional force vector modulus to measure material resistance over time. Results indicate that Ti-6Al-4V+10Ta is more energy-efficient to machine, requiring approximately 0.4 J/mm<sup>3</sup> less energy than the Ti-6Al-4V alloy, with minimum SCE values (6.76 J/mm<sup>3</sup>), and compares favourably with literature benchmarks (Figure 3d). This energy advantage persists until significant material removal (1950 mm<sup>3</sup>), at which point impending tool wear begins to equalise the machining resistance of both specimens.

### 3. References

- [1] G. Dai *et al.*, "Grain refinement and columnar-to-equiaxed transition of Ti6Al4V during additive manufacturing via different laser oscillations," *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 189, p. 104031, 2023.
- [2] J. Zhang *et al.*, "Ultrauniform, strong, and ductile 3D-printed titanium alloy through bifunctional alloy design," *Science*, vol. 383, no. 6683, pp. 639-645, 2024.
- [3] O. Oyelola, P. Crawforth, R. M'Saoubi, and A. T. Clare, "Machining of additively manufactured parts: implications for surface integrity," *Procedia Cirp*, vol. 45, pp. 119-122, 2016.
- [4] F. Veiga, A. Gil Del Val, A. Suárez, and U. Alonso, "Analysis of the machining process of titanium Ti6Al-4V parts manufactured by wire arc additive manufacturing (WAAM)," *Materials*, vol. 13, no. 3, p. 766, 2020.
- [5] C. Shang, X. Hou, Y. Lu, R. Zhang, X. Lu, and C. Yuan, "Simultaneous improvement of strength and ductility of laser additively produced Ti6Al4V by adding tantalum," *Journal of Alloys and Compounds*, vol. 976, p. 173171, 2024.

Tantalum addition (10 wt.%) to Ti-6Al-4V induces a significant strength-ductility trade-off (Figure 2), increasing yield strength from 1259.94 MPa to 1360.62 MPa while reducing elongation to failure by approximately 24% ( $11.21 \pm 1.18\%$  vs.  $14.80 \pm 1.15\%$ ). This strength enhancement is driven by the synergistic effects of solid solution strengthening (i.e. facilitated by Ta solute gradients around partially melted particles) and grain boundary strengthening from refined prior  $\beta$ -grains, and the presence of Ta particles that impede dislocation motion. Conversely, the reduction in ductility is attributed to these undissolved refractory particles acting as localised stress concentrators, which facilitate premature cracking and limit the material's capacity for plastic deformation.

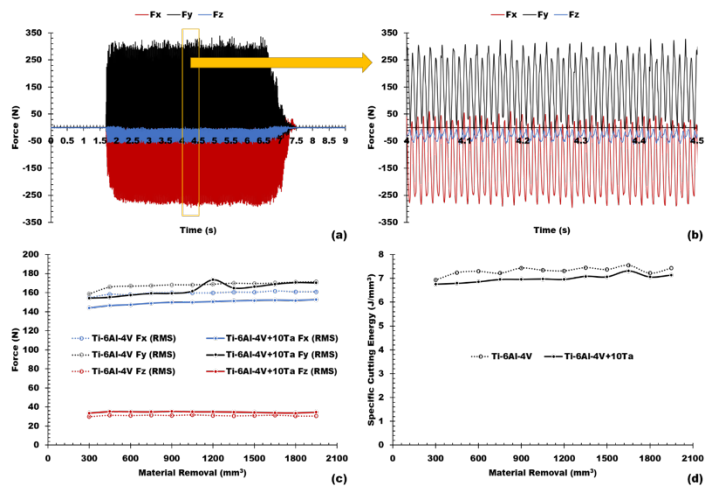


Figure 3 (a) Measured force signals during machining Ti-6Al-4V for different directions ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ); a zoomed-in view shows periodic fluctuations. Cutting forces and specific cutting energy (SCE) for Ti-6Al-4V and Ti-6Al-4V+10Ta as functions of material removal (mm<sup>3</sup>): (c) RMS values of force components; (d) calculated SCE.

# マイクロ流体デバイスを用いた培養神経細胞回路の損傷・回復特性の解析

東北大学電気通信研究所      ○渡邊啓太、山本英明、平野愛弓  
早稲田大学理工学術院      谷井孝至

## Analysis of Damage and Recovery Characteristics in Cultured Neuronal Networks Using Microfluidic Devices

by ○Watanabe KEITA, Hideaki YAMAMOTO, Ayumi HIRANO-IWATA and Takashi TANII

### 1. 研究目的

脳卒中や外傷性脳損傷は運動・認知機能を著しく阻害するが、損傷の範囲や部位に応じた部分的な機能回復も認められる<sup>1,2</sup>。近年、*in vitro* 神経培養系は、損傷後の機能回復を担う細胞・ネットワーク機序解明のためのプラットフォームとして注目されている。特にマイクロ流体デバイスは、構造設計の自由度と簡便さから、神経突起の誘導および再現性の高い神経ネットワーク構築の有力な手法となりつつある<sup>3</sup>。

本研究では、マイクロ流体デバイスを用いて、階層モジュール構造を有する人工神経細胞回路を作製した。さらにレーザーマイクロダイセクションにより、ネットワークのハブ (hub) および末梢 (peripheral) の結合を選択的に切断し、損傷後の影響と回復過程を解析した<sup>4</sup>。

### 2. 研究成果

#### 2. 1 レーザーマイクロダイセクション実験系の構築

マイクロ流体デバイスは、100  $\mu\text{m}$  四方の正方形 16 個からなる階層モジュール構造に設計し、ポリジメチルシロキサンを用いて

先行研究<sup>5</sup>と同様の手順で作成した (図 1a)。培養 10~11 日目に UV ナノ秒パルスレーザーを用いてモジュール間の神経突起を選択的に切断した。損傷直後において損傷箇所近傍では自発活動がほとんどなくなったのに対し、損傷箇所以外では頻度がやや低下したものの、活動自体は維持されていた (図 1b)。このことは、今回の実験系で神経突起のみを選択的に切断できていることを示唆している。

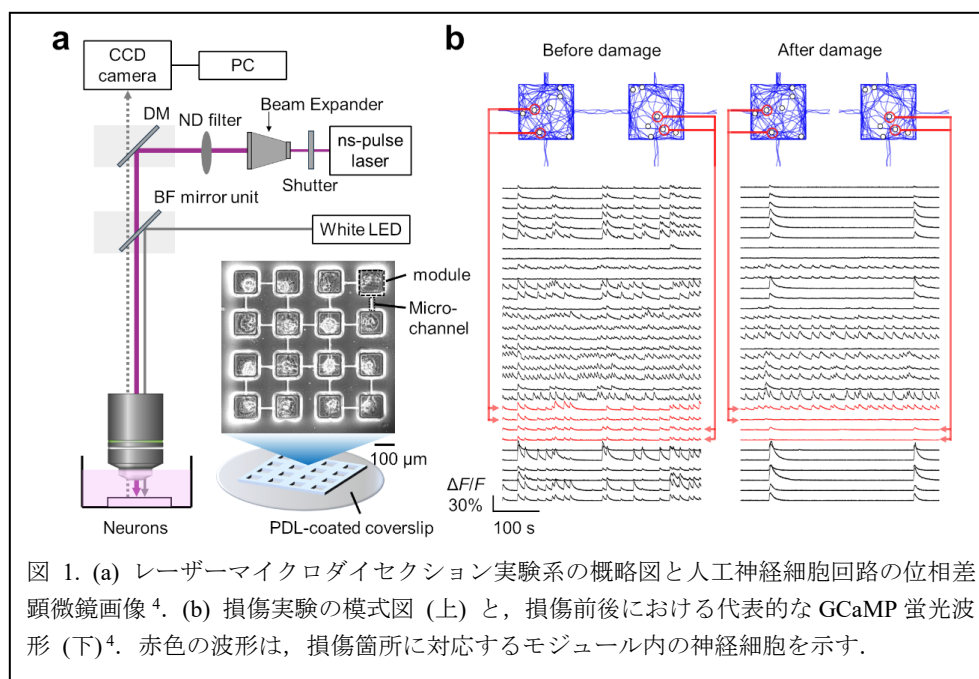


図 1. (a) レーザーマイクロダイセクション実験系の概略図と人工神経細胞回路の位相差顕微鏡画像<sup>4</sup>。(b) 損傷実験の模式図 (上) と、損傷前後における代表的な GCaMP 蛍光波形 (下)<sup>4</sup>。赤色の波形は、損傷箇所に対応するモジュール内の神経細胞を示す。

#### 2. 2 損傷部位が回復プロセスに与える影響

次に損傷部位の違いが回復プロセスに与える影響を比較検証した。Hub 結合 (結合次数が高いモジュールを結ぶ結合) または peripheral 結合 (結合次数が低いモジュールを結ぶ結合) を切断し、損傷後 7 日間にわたり自発活動を計測した。損傷直後には損傷箇所によらず、ネットワーク全体の平均相関係数は低下した (図 2a,b)。しかし、その後の回復過程には顕著な差異が認められ、peripheral 結合の損傷では、損傷後 1 日以内に相関係数がベースラインまで回復した (図 2b)。対照的に、hub 結合の損傷では回復に 3 日以上を要し、機能的な再統合が遅れることが示された。特筆すべき点として、hub 損傷群では損傷後 7 日目において、平均相関係数がベースラインよりも高い値を示す現象がみられた (図 2a)。こういった現象は control (未損傷) 群では見られなかった (図 2c) ことから、これは損傷による特有の影響であることが示唆された。

### 2. 3 再損傷実験による機能回復メカニズムの検証

最後に、上述の実験で見られた相関係数の回復が、切断された元の経路の再生 (再接続) に起因するのか、あるいは損傷箇所を迂回する経路の形成 (代替経路) によるものかを調べるため、損傷後 7 日目に同一箇所を再度切断する実験を行った。二度目の損傷の後、ネットワーク全体の平均相関係数に有意な変化は見られなかった。対照的に、同じ培養日数で 7 日目に初回の損傷を与えたネットワークでは、平均相関係数は有意に減少した (図 3a)。また、損傷箇所近傍の細胞ペアにおける相関係数の減少率を比較すると、初回損傷群の 53.7% に対し、再損傷群では 16.4% にとどまり、統計的にも初回損傷群の減少幅が有意に大きいことが分かった (図 3b,c)。さらに、移動エントロピーを用いた機能的接続の解析においても、損傷後に元の接続が消失し、新たな接続が出現する様子が見られた。再損傷群においても 2 回目の損傷後に平均相関係数が減少することは元の経路が再接続していることを示唆している。一方で、再損傷群と比較して初回損傷時の減少幅が有意に大きかったことは、失われた接続を補う代替経路の形成も起きていることを示唆している。これらの結果から、神経回路網の機能回復には再接続と代替経路の形成の両方のメカニズムが関わっていると考えられる。

以上の結果は、マイクロ流体デバイスを用いた細胞工学技術が、脳の損傷修復特性を調べるための有用なモデル系であり、脳損傷の研究に新たなプラットフォームを提供することを示している。

以上の結果は、マイクロ流体デバイスを用いた細胞工学技術が、脳の損傷修復特性を調べるための有用なモデル系であり、脳損傷の研究に新たなプラットフォームを提供することを示している。

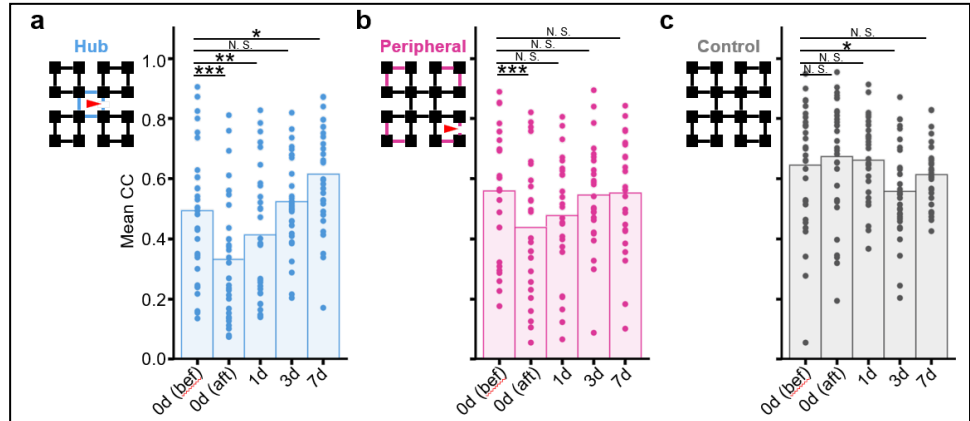


図 2. ネットワーク全体の平均相関係数の経時変化<sup>4</sup>. (a) Hub 結合損傷群 (n = 31 ネットワーク). (b) Peripheral 結合損傷群 (n = 25 ネットワーク). (c) Control 群 (n = 31 ネットワーク). 棒グラフは平均値を、個々のプロットは各サンプルを表す。

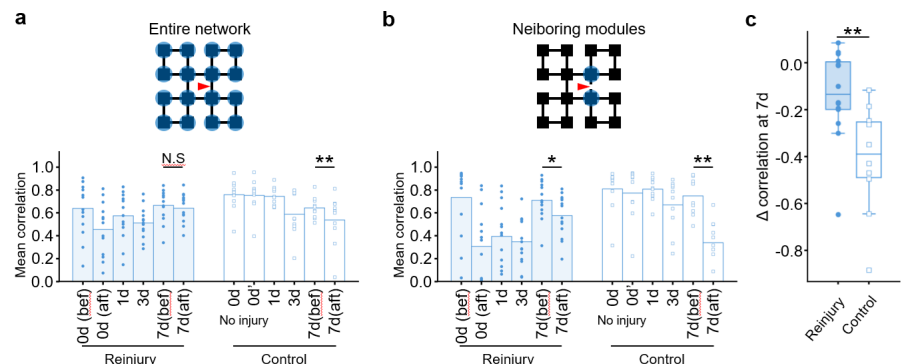


図 3. 再損傷実験の結果<sup>4</sup>. 再損傷群 (n = 14 ネットワーク), 初回損傷群 (n = 10 ネットワーク). (a) ネットワーク全体の平均相関係数. 上段: 損傷位置の模式図. 下段: 平均相関係数の経時変化. (b) 損傷領域周辺における平均相関係数. 上段: 損傷位置の模式図 (highlight された領域は解析対象のモジュールを示す). 下段: 平均相関係数の経時変化. (c) 損傷領域周辺における相関係数の変化 (減少率).

### 3. 参考文献

- [1] S. Y. Ng and A. Y. W. Lee, Traumatic brain injuries: Pathophysiology and potential therapeutic targets, *Front. Cell. Neurosci.*, **13**, 528 (2019).
- [2] R. J. Nudo, Recovery after brain injury: Mechanisms and principles, *Front. Hum. Neurosci.*, **7**, 887 (2013).
- [3] M. J. Aebbersold, H. Dermutz, C. Forró, S. Weydert, G. Thompson-Steckel, J. Vörös and L. Demkó, “Brains on a Chip”: Towards engineered neural networks, *TrAC Trends Anal. Chem.*, **78**, 60–69 (2016).
- [4] K. Watanabe, H. Yamamoto, T. Sumi, H. Murota, H. Osaki, K. Kawamoto, T. Matsui, Y. Masamizu, S. Sato and A. Hirano-Iwata, Microfluidic platforms for probing spontaneous functional recovery in hierarchically modular neuronal networks. *bioRxiv* 2025.05.25.654991 (2025).
- [5] T. Takemuro, H. Yamamoto, S. Sato, A. Hirano-Iwata, Polydimethylsiloxane microfluidic films for in vitro engineering of small-scale neuronal networks, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **59**, 117001 (2020).

## Development of dual-functional titanium surfaces with enhanced osteoconductivity and antibacterial activity via alkali-hot water treatment and nitrogen doping

東北大学大学院歯学研究科

Li Chang、Mohammed N. Al-Duais、陳 鵬、○金高 弘恭

大阪大学接合科学研究所

目代 貴之

東京科学大学生体材料工学研究所

横井 太史、川下 将一

by Li Chang, Mohammed N. Al-Duais, Peng Chen, Taishi Yokoi, Takayuki Mokudai,  
Masakazu Kawashita, ○Hiroyasu Kanetaka

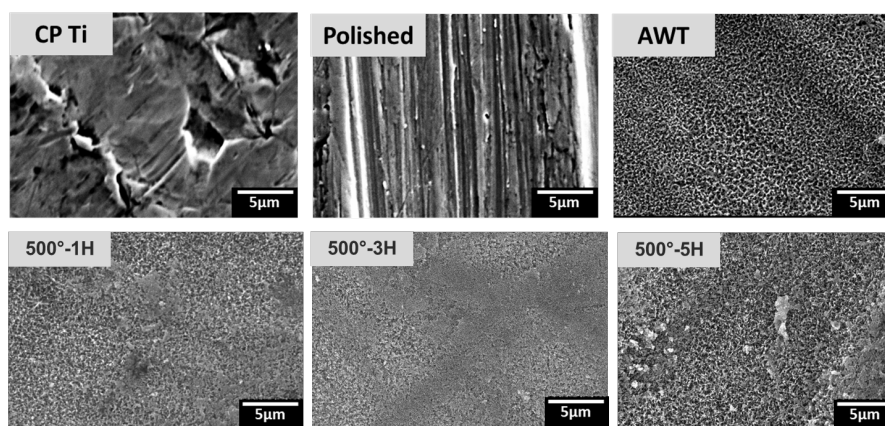
### 1. Research Object

Titanium (Ti) and its alloys are widely used in orthopedic and dental implants because of their excellent mechanical properties, corrosion resistance, and biocompatibility. However, their intrinsic bioinert nature limits early osseointegration and provides little resistance to bacterial colonization, which together negatively affect long-term implant performance. Accordingly, the development of titanium surfaces that can simultaneously promote bone integration and suppress bacterial adhesion remains an important clinical and materials science challenge [1]. In our previous work [2], alkali-hot water treatment (AWT) was established as a simple and effective surface modification strategy to enhance the osteoconductivity of titanium. This treatment produces a hydroxylated nanostructured surface that improves surface wettability and promotes osteoblast adhesion, proliferation, and differentiation, thereby providing a stable bioactive platform for bone-implant integration. Despite these advantages, AWT alone does not confer antibacterial functionality.

Building on this foundation, the present study aims to develop a dual-functional titanium surface by introducing antibacterial activity through controlled nitrogen doping of AWT-treated titanium. Nitrogen doping under an ammonia atmosphere is employed to modify surface chemical states while preserving the favorable surface structure and cytocompatibility achieved by AWT. Particular emphasis is placed on elucidating the time-dependent effects of nitrogen doping on surface properties, antibacterial performance, and osteogenic cell responses. The overall objective of this project is to establish a practical surface engineering strategy for titanium implants that integrates enhanced osteoconductivity with effective antibacterial activity, thereby improving long-term clinical reliability.

### 2. Experimental Results

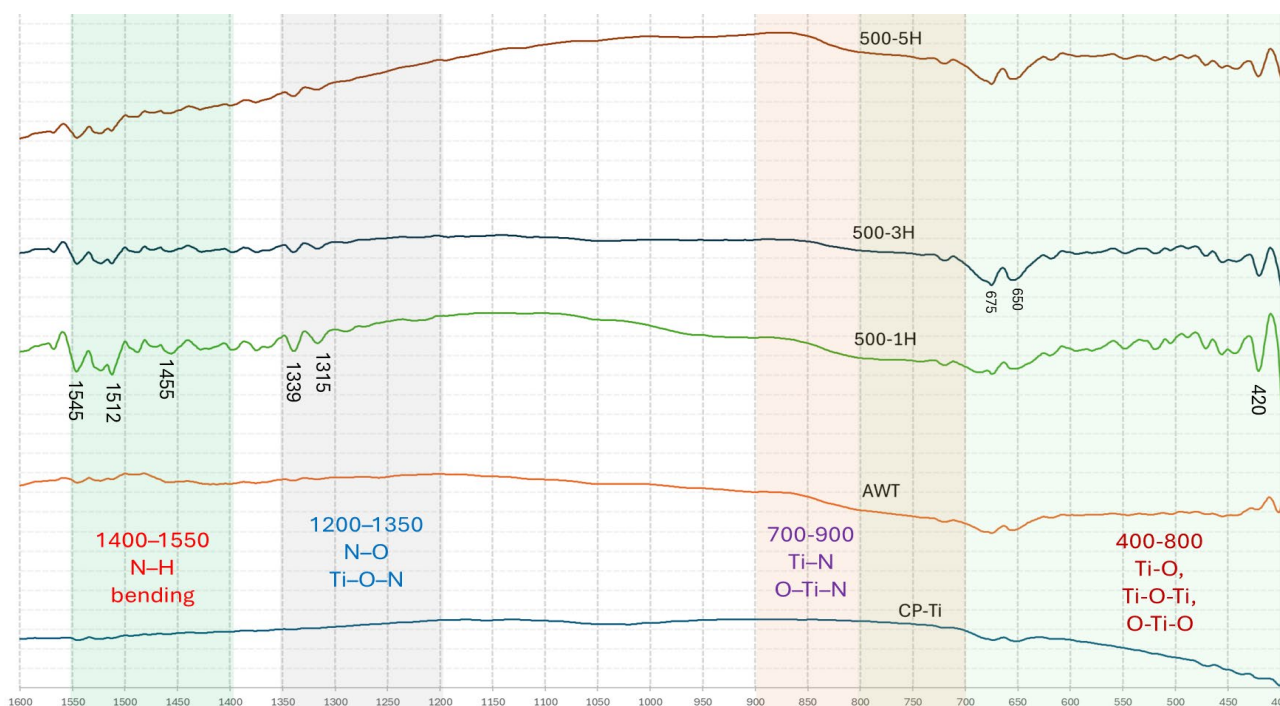
Commercially pure titanium specimens (CP Ti) were first polished and then subjected to alkali-hot water treatment (AWT) to generate a bioactive surface, followed by nitrogen doping at 500 °C under an ammonia atmosphere for different durations (1, 3, and 5 h). The effects of these sequential surface modifications on surface characteristics, antibacterial performance, and cytocompatibility were systematically evaluated.



**Figure 1.** Surface morphologies of all specimens observed by SEM: CP Ti; AWT; and AWT with nitrogen doping at 500°C under an ammonia atmosphere for different durations (1, 3, and 5 h). Scale bars are 5 μm.

Network-like structural features were observed on the AWT-treated specimens, forming a nanostructured surface consistent with our previous findings [1]. Subsequent nitrogen doping did not induce noticeable changes in surface topography or roughness across all doping durations (Fig. 1), indicating that the primary surface morphology established by AWT was preserved.

XRD analysis showed no formation of secondary crystalline phases attributable to nitrogen doping. In contrast, FT-IR spectroscopy confirmed the incorporation of nitrogen-related chemical states (Fig. 2). In particular, characteristic Ti–N and Ti–O–N bands were clearly observed for the 3 h nitrogen-doped specimens, suggesting effective surface chemical modification. Contact angle measurements demonstrated that nitrogen doping altered surface wettability in a time-dependent manner, reflecting changes in surface chemistry rather than morphological effects.



**Figure 2.** FT-IR spectra of all specimens: CP Ti; AWT; and AWT with nitrogen doping at 500 °C under an ammonia atmosphere for different durations (1, 3, and 5 h).

Antibacterial activity was evaluated using *E. coli* under visible light conditions via the film contact method. All nitrogen-doped specimens exhibited enhanced antibacterial performance compared with the AWT-only control. Among the tested conditions, the 3 h nitrogen-doped surface showed the most pronounced reduction in bacterial viability, with statistically significant differences ( $P < 0.05$ ), whereas shorter or longer doping durations resulted in less effective antibacterial responses.

Cytocompatibility was assessed using MC3T3-E1 preosteoblasts through WST-8 assays. Cell viability and proliferation on nitrogen-doped surfaces were comparable to those observed on AWT-treated titanium, indicating that nitrogen incorporation did not induce cytotoxic effects. Notably, the 3 h nitrogen-doped specimens maintained favorable cell responses while exhibiting superior antibacterial performance.

Overall, these results demonstrate that controlled nitrogen doping can effectively introduce antibacterial functionality to AWT-treated titanium surfaces without compromising cytocompatibility. The findings further indicate that nitrogen doping duration plays a critical role in balancing antibacterial efficacy and biological compatibility, with the 3 h treatment condition providing the most favorable balance between antibacterial activity and cytocompatibility among the tested conditions.

### 3. References

- (1) T. Kokubo, H. M. Kim, M. Kawashita, T. Nakamura. *J. Mater. Sci. Mater. Med.* 15 (2004) 99–107.
- (2) L. Chang, P. Chen, T. Mokudai, M. Kawashita, I. Mizoguchi, H. Kanetaka. *ACS Omega* 9 (2024) 44568–44576.

## Rapid antimicrobial activity of pure copper coatings fabricated by multi-beam blue diode laser cladding

東北大学大学院歯学研究科      ○陳 鵬、金高 弘恭  
大阪大学接合科学研究所      吉田 環、竹中 啓輔、佐藤 雄二、塚本 雅裕  
東北大学金属材料研究所      目代 貴之

by ○Peng Chen, Tamaki Yoshida, Keisuke Takenaka, Takayuki Mokudai, Yuji Sato,  
Masahiro Tsukamoto, Hiroyasu Kanetaka

### 1. Research Object

Copper has long been recognized for its strong antimicrobial properties and has attracted increasing attention for applications requiring rapid microbial inactivation, such as medical devices, hospital surfaces, and hygienic environments. In particular, rapid antimicrobial activity occurring within minutes is crucial for suppressing early bacterial adhesion and preventing subsequent biofilm formation. However, the practical implementation of pure copper coatings using laser-based additive manufacturing remains challenging due to copper's low laser absorptivity and high thermal conductivity, which hinder stable and controllable processing. To address these challenges, multi-beam blue diode laser cladding has emerged as an effective approach for the fabrication of pure copper coatings. Owing to the higher absorption of blue laser wavelengths by copper, this technique enables the formation of dense and well-adhered copper coatings on metallic substrates with improved process stability. While the feasibility of this method has been demonstrated, systematic evaluation of the rapid antimicrobial performance of such copper coatings remains limited.

The objective of this study is to evaluate the rapid antimicrobial activity of pure copper coatings fabricated by multi-beam blue diode laser cladding. Focusing on short contact times on the order of minutes, the antimicrobial performance of the copper-coated surfaces is assessed using both gram-negative (*Escherichia coli*) and gram-positive (*Staphylococcus aureus*) bacteria under standardized testing conditions. In addition to quantitative antibacterial evaluation, qualitative observation of bacterial viability on the coating surface is incorporated to better characterize the immediate antimicrobial response. Through this study, we aim to clarify the effectiveness of laser-cladded pure copper coatings in achieving rapid antimicrobial activity and to provide fundamental knowledge supporting their application in environments where immediate bacterial inactivation is required.

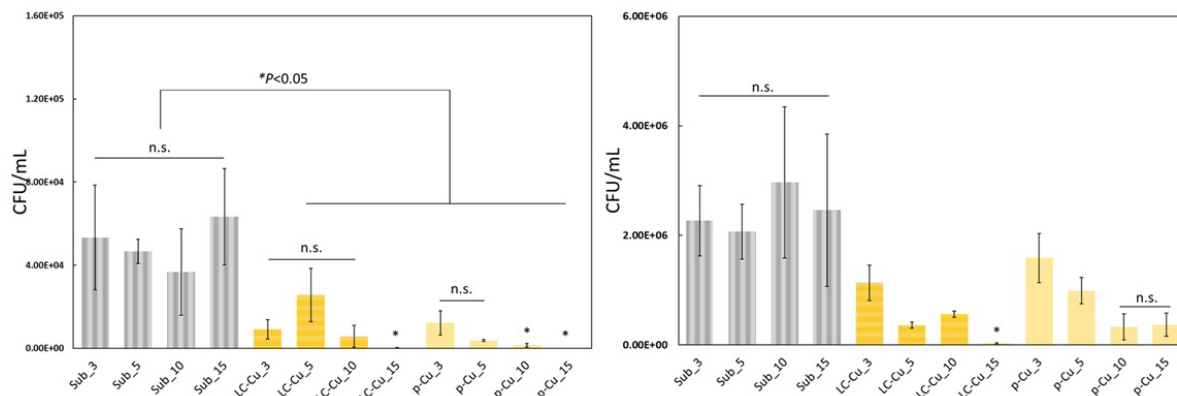
### 2. Experimental Results

Pure copper coatings were fabricated on SUS304 stainless steel substrates using multi-beam blue diode laser cladding, hereafter referred to as LC-Cu. The rapid antimicrobial activity of the laser-cladded copper surfaces was evaluated with a particular focus on short contact times on the order of minutes. Uncoated SUS304 substrates were used as the native control, while bulk pure copper plates served as the positive control.



**Figure 1.** Photo of specimens used in this study. Specimens from left to right are: SUS304, p-Cu, LC-Cu.

Antibacterial performance was assessed using a film contact method in accordance with JIS Z2801 standards. Two representative bacterial species were employed: *Escherichia coli* (Gram-negative, JCM 5491) and *Staphylococcus aureus* (Gram-positive, JCM 2413). Bacterial suspensions were applied to the specimen surfaces, and contact times of 3, 5, 10, and 15 min were investigated to characterize the rapid antimicrobial response. After surface contact, bacterial survival was evaluated by colony formation following incubation. Quantitative analysis was conducted using multiple specimens (N = 4), and statistical significance was assessed by ANOVA followed by t-tests.



**Figure 2.** Rapid antimicrobial activity of laser-cladded pure copper (LC-Cu) surfaces against *E. coli* (left) and *S. aureus* (right) evaluated after 3–15 min of surface contact. Bacterial survival is expressed as CFU/mL, with uncoated SUS304 (Sub) and bulk pure copper (p-Cu) used as controls (mean ± SD, N = 4;  $P < 0.05$ ).

For *E. coli*, the LC-Cu surfaces exhibited a pronounced and time-dependent antimicrobial effect compared with the uncoated SUS304 control (Fig. 2, Left). A significant reduction in bacterial viability was observed within 5 min of contact ( $P < 0.05$ ), and further decreases in survival were detected with increasing contact time. After 15 min, bacterial survival on LC-Cu was markedly suppressed, approaching the level observed on bulk pure copper. In contrast, uncoated SUS304 showed no appreciable reduction in bacterial viability over the same time period. These results indicate that LC-Cu provides rapid antimicrobial activity against Gram-negative bacteria at minute-scale contact times. A similar rapid antimicrobial response was observed for *S. aureus* (Fig. 2, Right). The LC-Cu coatings demonstrated significantly enhanced antibacterial performance compared with SUS304 across all evaluated contact times. Although *S. aureus* exhibited slightly different sensitivity compared with *E. coli*, a clear time-dependent reduction in bacterial survival was evident on LC-Cu surfaces, with statistically significant differences observed at specific time points ( $P < 0.05$ ). The antibacterial efficacy of LC-Cu against *S. aureus* was comparable to that of bulk pure copper, confirming that the laser-cladded copper coating is effective against Gram-positive bacteria as well.

To further visualize bacterial viability on the copper-coated surfaces, fluorescence staining using a bacterial viability detection kit (DAPI/PI) was performed for qualitative assessment. Preliminary observations revealed distinct spatial distributions of viable and membrane-damaged bacteria on the LC-Cu surface after short contact times, supporting the rapid antimicrobial activity observed in the colony-based assays. Detailed quantitative analysis of the fluorescence images is currently ongoing to elucidate the distribution and inactivation behavior of bacteria on the copper coating surface.

Overall, these results demonstrate that pure copper coatings fabricated by multi-beam blue diode laser cladding exhibit rapid and robust antimicrobial activity against both Gram-negative and Gram-positive bacteria. The minute-scale antibacterial performance observed for LC-Cu highlights its strong potential for applications requiring immediate bacterial inactivation.

### 3. References

- (1) T. Yoshida, Y. Sato, K. Takenaka, P. Chen, H. Kanetaka, T. Mokudai, M. Tsukamoto. J. Laser Appl., 36 (2024) 042035.
- (2) T. Yoshida, K. Takenaka, Y. Sato, P. Chen, T. Mokudai, H. Kanetaka, M. Tsukamoto. J. Laser Appl., 38 (2026) 012023.

## 塩水湖ミネラルにおける抗酸化活性評価と細胞への影響

大阪大学接合科学研究所 東北大学金属材料研究所  
東京都立産業技術センター  
東北大学大学院歯学研究科  
株式会社グリーンハート・インターナショナル  
大阪大学接合科学研究所  
秀明大学

○目代貴之  
中川清子  
金高弘恭、陳鵬  
織田和男  
阿部浩也  
庭野吉己

Evaluation of Antioxidant Activity and Cellular Effects of Salt Lake Minerals  
by○Takayuki MOKUDAI, Seiko NAKAGAWA, Hiroyasu KANETAKA, Peng CHEN,  
Kazuo ODA, Hiroya ABE and Yoshimi NIWANO

### 1. 研究目的

アメリカ合衆国ユタ州に位置するグレートソルトレイクは、周囲を広大な山脈と不毛の塩砂漠に囲まれた内陸性の塩水湖であり、その塩分濃度は海水の約 9 倍にも達するという極めて特異な環境を有している。本研究で試験物質として用いるミネラル濃縮物（以下、GSL-MW と称する）は、このグレートソルトレイクの湖水を原料とし、約 1 年間という長期間にわたって太陽光のみを利用した自然蒸発法により濃縮されたものである。この工程において、結晶化した塩分を物理的に除去（97%除去）することで、ミネラル成分を濃縮すると同時に、生体への吸収効率が低いとされるイオン化された状態へと加工されている点が大きな特徴である。本研究の目的は、この自然由来の加工ミネラル水である GSL-MW が有する生理学的機能性を明らかにすることである。具体的には、生体内の酸化ストレス防御において重要な役割を果たす抗酸化能力に着目し、特にフリーラジカル消去活性の評価を行った。さらに、口腔内への応用を考えヒト歯肉線維芽細胞（hGFs）に対する影響に関して評価した。

### 2. 研究成果

#### 2-1 基本性質

ミネラル組成に関して、水溶液に含まれる、主なミネラル組成は Mg 101 mg/ml、Na 3.1 mg/ml、K 2.1 mg/ml、SO<sub>4</sub> 21.4 mg/ml Cl 275 mg/ml であった。さらに、凝固点降下法により、測定した浸透圧に関しては、原液で 12,347 mOSM/kg であった。本研究では、原液または希釈したものを実験に寄与した。

#### 2-2 抗酸化活性

GSL-MW の抗酸化活性評価は、電子スピン共鳴 (ESR) スピントラッピング法を用いて実施した。HPX-XOD 反応系により生成されるスーパーオキシドアニオンラジカル ( $O_2^{\cdot-}$ ) に対する消去能を検討した。反応系にトラップ剤である DMPO と GSL-MW を添加して測定を行ったところ、 $O_2^{\cdot-}$  は、GSL-MW の添加濃度に依存して減少することが確認された (Fig 1-1)。続いて、フェントン反応により生成されるヒドロキシルラジカル ( $HO\cdot$ ) に対する消去能についても評価を行った。同様に DMPO と GSL-MW 添加して測定した結果  $HO\cdot$  が観測された。この  $HO\cdot$  に関しても、GSL-MW の添加により濃度依存的な減少が認められた (Fig 1-2)。

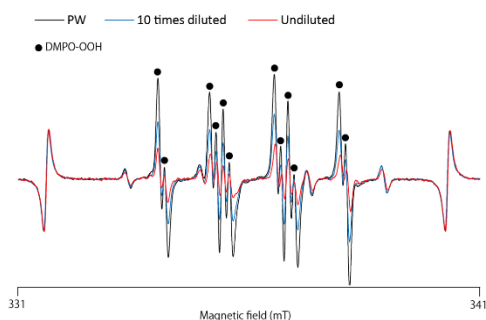


Fig.1-1 HPX-XOD 反応による  $O_2^{\cdot-}$  消去活性

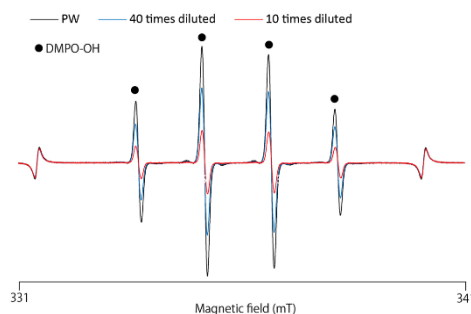


Fig.1-2 Fenton 反応による  $HO\cdot$  消去活性

さらに、DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) を用いた試験系により、試料のラジカル消去活性について評価を行った。本実験では、GSL-MW の抗酸化力を客観的に判断するため、代表的な抗酸化物質である L-アスコルビン酸を比較対象として用い、両者の DPPH 消去作用の違いを検証した。実験の結果、GSL-MW と L-アスコルビン酸の双方において、サンプルの希釈濃度に依存して DPPH ラジカルを消去する傾向が確認された(Fig 1-3)。しかし、その作用強度には差が見られ、GSL-MW の効果は L-アスコルビン酸と比較して穏やかであることが明らかとなった。わずか 0.1 mg/mL の濃度の L-アスコルビン酸であっても、その効果は 2.5 倍希釈の GSL-MW の効果の約 3 倍に達しており、L-アスコルビン酸の極めて高い活性に対して、GSL-MW の活性は限定的であることが示唆された。

#### 2-4 細胞増殖

サブコンフルエント状態にある hGFs を用いて、試験物質の細胞増殖に及ぼす影響を検討した。実験条件として、希釈濃度の異なる GSL-MW、陰性対照としての純水、および生理的条件に近い 0.9% NaCl を用い、これらを細胞に対して 3 分間接触(前処理)させた後、培地交換を行い 24 時間培養した際の増殖結果を評価した(Fig 2)。まず対照群の結果を比較すると、純水による前処理を行った群では、低張液環境による急激な浸透圧変化等が細胞膜への損傷を引き起こしたと考えられ、生存細胞率は著しく低い値を示した。また、0.9% NaCl による前処理群においても、前処理を全く行わなかった未処理群と比較して、細胞生存率に約 33% の減少が認められたことから、洗浄操作自体による物理的あるいは環境的な影響が示唆された。GSL-MW 処理群の結果に関しては、10 倍および 100 倍希釈液を用いて前処理を行った場合、その生存率は 0.9% NaCl 処理群と同程度のレベルで維持されていた。一方で、原液の GSL-MW を用いた場合には、純水処理群と同様に生存細胞の大幅な減少が観察され、高濃度では強い細胞傷害性を有することが明らかとなった。なお、1000 倍希釈 GSL-MW 処理群の生存率は、純水処理群と比較すれば有意に高い値を示したものの、0.9% NaCl 処理群には及ばなかった。

### 3. まとめ

本研究により、GSL-MW にはある程度フリーラジカルを消去する能力があり、GSL-MW による前処理が純水による低浸透圧ストレスなどの過酷な環境条件から hGFs を保護できることが明らかとなった。これらの結果は、GSL-MW が健康な口腔環境を維持するための有用な薬剤となり得ることを示唆している。しかしながら、いくつかの点は依然として不明である。第一に、GSL-MW のラジカル消去活性を担う成分は現時点で不明である。第二に、GSL-MW のラジカル消去活性と細胞保護効果との直接的な関連性は依然として不明である。したがって、さらなる調査が必要である。今後の予定としては、口腔内細菌を使用して細菌試験を行っていくとともに、作用機序についても研究を進めていく予定である。

#### 参考文献

1. Takayuki, M ; *et al.* Radical Scavenging Capacity and In Vitro Cytoprotective Effects of Great Salt Lake-Derived Processed Mineral Water. *Antioxidants.*, **13**(10), 1266 (2024)

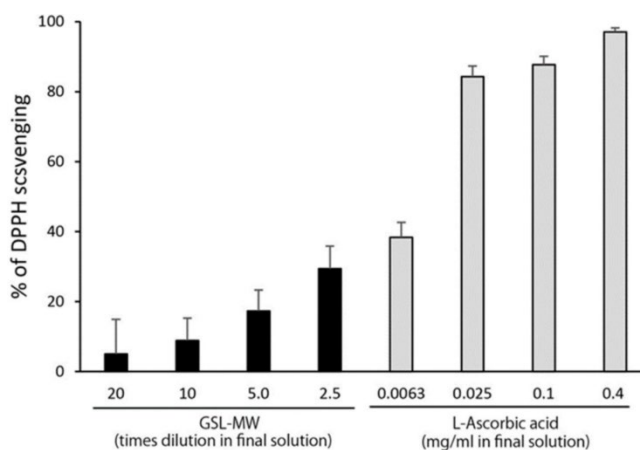


Fig.1-3 GSL-MW と L-アスコルビン酸による DPPH 消去活性

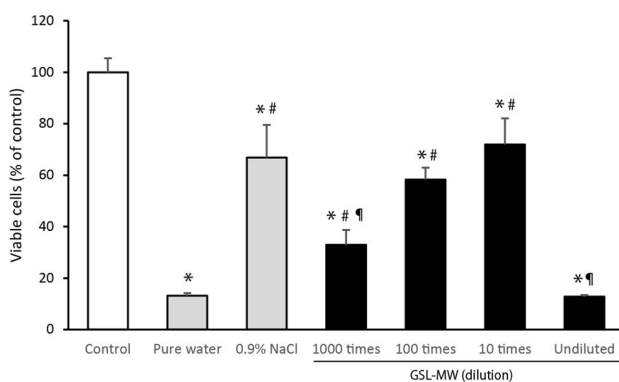


Fig.2 GSW-MW の異なる希釈濃度における 3 分間処理後の細胞増殖率

# 第一原理計算および実験によるバルーン拡張型ステント用 Co-Cr-Fe-Ni-Mo 合金の塑性変形に及ぼす Fe・Ni の影響解明

東北大学大学院 工学研究科 ○上田恭介、檜山快、中島知紀、成島尚之  
物質・材料研究機構 構造材料研究センター 佐原亮二

Elucidation of the effects of Fe and Ni on plastic deformation of Co-Cr-Fe-Ni-Mo alloys for  
balloon-expandable stents: First-principles calculations and experimental approaches  
by ○Kyosuke UEDA, Hai HIYAMA, Tomoki NAKAJIMA, Takayuki NARUSHIMA and Ryoji SAHARA

## 1. 研究目的

Co-22Cr-17Fe-15Ni-4Mo (mol%)は ASTM F1058 に規格される生体用合金であり、優れた強度、延性および耐食性を有することから、バルーン拡張型ステントといった医療機器に用いられる。低侵襲性医療への貢献という観点からステントには小径化が求められるが、素材としてさらなる高い引張強さ・低降伏強度・高延性が要求されている。バルーン拡張型ステントは塑性変形後に血管の形状保持を担うため、その塑性変形挙動の把握が必要となる。

積層欠陥エネルギー(Stacking fault energy, SFE)は塑性変形挙動の支配的因子であるが、SFE を実験的に算出すること<sup>(1)</sup>は容易ではない。一方、第一原理計算による SFE の算出は、元素間の相互作用が複雑となる多元系合金においても有効である。

本研究では、Co に対し全率固溶である Ni および Fe に着目し、Ni および Fe 量が SFE および機械的特性に及ぼす影響を調査することを目的とした<sup>(2)</sup>。このためのアプローチとして、計算材料学的に SFE を評価するとともに、実験的に微細組織変化および機械的特性を調査した。

## 2. 研究成果

### 2. 1 第一原理計算による SFE の評価

第一原理計算は、VASP (Vienna ab-initio simulation package)を用いた。不規則原子配列を再現するために SQS (Special quasi-random structure)モデルを作成した。スーパーセルは face-centered cubic 構造  $3 \times 4 \times 9$  (計 108 原子)とし、組成は Co-23Cr-yFe-xNi-5Mo (mol%,  $x = 0-27, y = 0-29$ )とした。完全構造緩和後のスーパーセルに対し、真空層および  $\langle 112 \rangle$  方向の転位を導入することで積層欠陥を導入した。一般化積層欠陥エネルギー (Generalized stacking fault energy, GSFE,  $\gamma_{GSF}$ )を  $\gamma_{GSF} = (E_{GSF} - E_0) / A$  より算出した。ここで、 $E_0$  は完全結晶の系全体のエネルギー [mJ]、 $E_{GSF}$  は一般化積層欠陥を有する系全体のエネルギー [mJ]、 $A$  は積層欠陥面の面積 [m<sup>2</sup>] である。Fig. 1 に GSFE 導入前(Perfect)および第 9 層に  $\langle 112 \rangle$  方向に遷移させて GSFE 導入後(USF: Unstable stacking fault, ISF: Intrinsic stacking fault, UTF: Unstable twin fault, ESF: Extrinsic stacking fault)のスーパーセルの模式図を示す。Fe, Ni 組成を変化させた合金系について、それぞれの状態において計算により算出した GSFE ( $\gamma_{USF}, \gamma_{ISF}, \gamma_{UTF}, \gamma_{ESF}$ )を Fig. 2 に示す。二峰性の曲線形状が得られ、塑性変形に伴うエネルギー変化を再現出来たことが分かる。合金中 Ni もしくは Fe 濃度と  $\gamma_{ISF}$  の関係を Fig. 3 に示す。Ni もしくは Fe 濃度が増加することで  $\gamma_{ISF}$  は増加し、その増加傾向は Fe よりも Ni で大きいことが明らかとなった。これは、Co-Cr-Fe-Ni-Mo 系合金において、Ni は Fe よりも SFE を増加させる効果が高いことを示している。

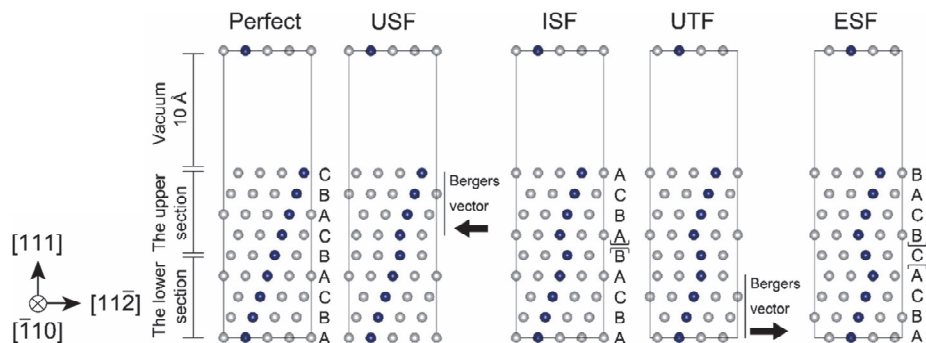


Fig. 1 Schematics of supercells with a nine-layer fcc structure and a relative translation along  $\langle 112 \rangle$  direction.

## 2. 2 実験による機械的的特性の評価

高周波誘導溶解炉にて Co-22Cr-yFe-xNi-4Mo-2Mn-0.4C (mol%,  $x = 0-26, y = 0-17$ ) 合金(500 g) を 12 組成溶製した。溶製した合金に対し、熱間鍛造(1473 K, 大気中, 空冷)と溶体化処理(1473 K, 18 ks, Ar 雰囲気, 水冷)を施した。断面減少率 36-51%の冷間スウェーピング後、再結晶化熱処理(1273-1323 K, 0.9 ks, Ar 雰囲気, 水冷)を施し、結晶粒径 20  $\mu\text{m}$  程度の再結晶化組織とした。

Fig. 4 に歪み速度  $1.67 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$  の引張試験後の破断した試料の $\epsilon$ 相(hexagonal close-packed 構造)分率を各合金組成に対してプロットした図を示す。歪み誘起マルテンサイト変態に伴う $\epsilon$ 相形成は、Ni 量が増加することで減少した。これは Ni 量が増加することで $\gamma$ 相(face-centered cubic 構造)安定性が増加したことを示し、SFE が増加したことを意味する。この結果は計算で導出した Ni 濃度増加に伴う SFE 上昇と整合し、初期の塑性変形機構がマルテンサイトや双晶から転位すべりに変化することを示唆する。

各合金中 Ni および Fe 濃度と塑性伸びおよび強度の関係を Fig. 5 に示す。なお、図中には第一原理計算で算出した $\gamma_{\text{ISF}}$  も示した。Ni および Fe 量は最大引張強さおよび 0.2%耐力にはほとんど影響を及ぼさなかった。一方、Ni および Fe 量の増加により SFE は増加し、塑性伸びを増加させた。塑性伸びの増加傾向は Fe よりも Ni で大きかった。

以上の結果から、SFE を制御することで塑性変形挙動を変化させることが可能であり、Co-Cr-Fe-Ni-Mo 系合金において 0.2%耐力を維持したまま延性を増加させる合金設計が可能であることが示された。今後は次世代小径ステント用合金の創製を目指し、炭素・窒素といった軽元素<sup>(3)</sup>を含む多元系合金の元素機能に着目した理論的・実験的研究を行う予定である。

## 3. 参考文献

- (1) K. Hiyama, K. Ueki, K. Ueda, T. Narushima: "Probing plastic deformation-related properties in static recrystallized Co-Cr-Fe-Ni-Mo alloy for biomedical applications," *Mater. Sci. Eng. A*, **899** (2024) 146458.
- (2) K. Hiyama et al.: "Effect of Ni and Fe content on the plastic deformation behavior of Co-Cr-Fe-Ni-Mo alloys: A combined computational and experimental study," *J. Alloys Compd.*, 1042 (2025) 183927.
- (3) T. Wada, et al.: "Clarification of the effects of carbon and nitrogen addition on the stacking fault energy in Co-X binary alloys (X = Cr, W, and Ni) by first-principles calculations," *Comput. Mater. Sci.*, 262 (2026) 114374.

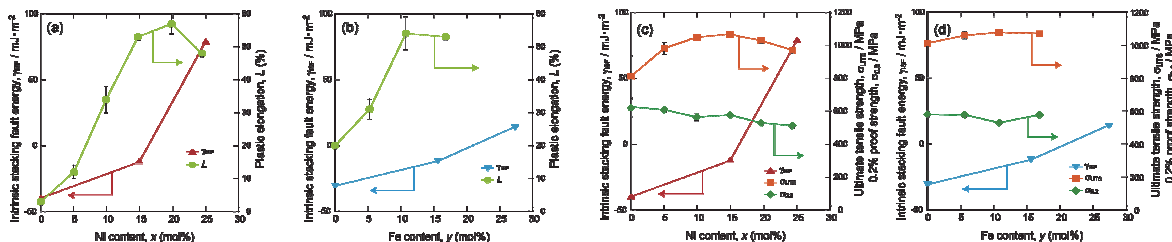


Fig. 5 Changes in  $\gamma_{\text{ISF}}$  and mechanical properties with (a, c) Ni or (b, d) Fe content. (a, b) and (c, d) show the variations in plastic elongation and strength, respectively.

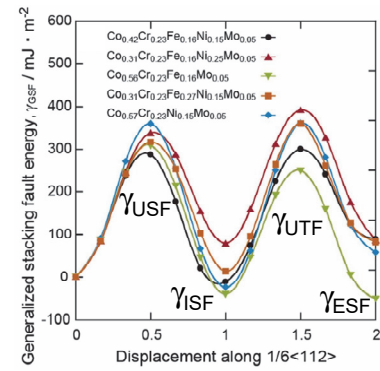


Fig. 2 Generalized stacking fault energy curves.

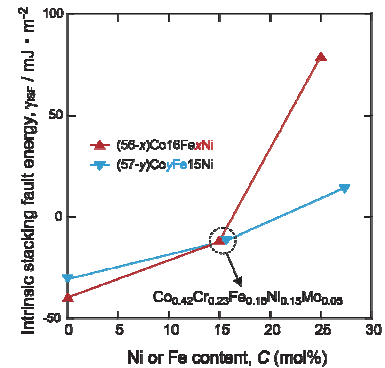


Fig. 3 Change in  $\gamma_{\text{ISF}}$  with the Ni or Fe content.

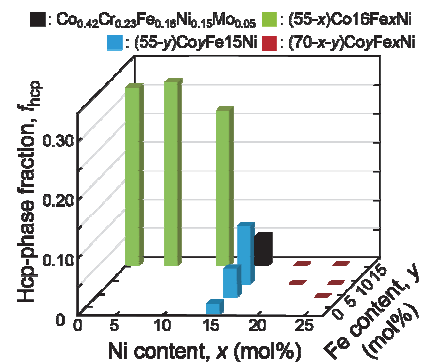


Fig. 4 Hcp-phase fractions of the fractured alloys.

## 【論文】

1. Unveiling creep mechanisms in metallic glasses via fractional modeling under coupled thermo-mechanical loads, J.B. Cui, G.H. Xing, Guo-Jian Lyu, Yun-Jiang Wang, T. Wada, H. Kato, V.A. Khonik, Y. Yang, J.C. Qiao, *International Journal of Plasticity*, 195 (2025) 104511
2. Effects of alloying elements (X: Zr, Nb, Ta, Mo, and Si) in the  $(\text{Ti}_{47.5}\text{X}_{2.5})\text{Cu}_{50}$  precursor alloy on the microstructure, mechanical properties, and corrosion resistance of 3D interconnected Mg-Ti composites, Jihye Seong, Jee Eun Jang, Hidemi Kato, Sung Hyuk Park, Soo-Hyun Joo, *Journal of Materials Research and Technology*, 39 (2025) 4453-4475
3. Study on the Wear Characteristics of Zn Precipitation-Strengthened Al Alloy, Ji Yong Shin, Hyun Woo Jeong, Se Hun Kwon, Hidemi Kato, Eun-Ae Choi, and Seung Zeon Han, *Advanced Engineering Materials*, 27(23) (2025) e20250126
4. Microstructure and Hydrogen Storage Properties of Composites Derived from Oxidized Alloy Glass in the System of Zr-Pd-Pt, Ozawa, Masakuni; Katsuragawa, Naoya; Hattori, Masatomo; Kato, Hidemi, *Journal of Composites Science*, 9(10) (2025) 563
5. Multi-heterostructures synthesized via subsequent alloying of Y or Al into Mg melt using a 3D interconnected FeCr-Mg composite formed through liquid metal dealloying, Yeon Beom Jeong, Takeshi Wada, Jihye Seong, Gang Hee Gu, Hyoung Seop Kim, Soo-Hyun Joo & Hidemi Kato, *Advanced Composites and Hybrid Materials*, 8 (2025) 373
6. Dissimilar joining of Ti-6Al-4V with ZK60 and AZ31 by eutectic-melting-induced liquid metal dealloying, Yusuke Ohashi, Takeshi Wada, Hidemi Kato, *Materials & Design*, 258 (2025) 114685
7. Silicon effects on the formation of heterogeneous intermetallic compound phases in Cu-Ni-Si(-Mn) alloys under homogenization treatment, Hyun Woo Jeong, Ji Yong Shin, Se Hun Kwon, Hidemi Kato, Eun-Ae Choi, Seung Zeon Han, *Intermetallics*, 185 (2025) 108913
8. Deformation characteristic and rejuvenation mechanism of amorphous alloy during the mechanical cycling, An, Wanying, Liang, Shuyi, Zhang, Langting, Kato, Hidemi, Qiao, Jichao, *Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences*, 74(16) (2025) 166101
9. High-Temperature Sintering of Garnet Solid Electrolyte  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ : A Comparative Study of Induction Hot Pressing and Spark Plasma Sintering, Mikihiisa Fukuda, Ying Li, Jing Wei, Koichi Harata, Guoqiang Luo, G. Jeffrey Snyder, Yutaka S. Sato, Hidemi Kato, Eric Jianfeng Cheng, *Small* (2025) e06257
10. Amorphization process of two-phase  $\text{Ni}_{30}\text{Zr}_{70}$  alloy by high-energy heavy ion irradiation, Y. Mori, A. Iwase, Y. Kaneno, T. Matsui, R. Yamada, T. Wada, H. Kato, N. Ishikawa, F. Hori, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 565 (2025) 165732
11. Experimental observation and theoretical modeling of multi-stage power-law creep in metallic glass, J. B. Cui; G. H. Xing; G. J. Lyu; Y. J. Wang; T. Wada; H. Kato; E. Pineda; J. C. Qiao, *Acta Mechanica*, 236 (2025) 5079-5097
12. Development of 3D interconnected heterogeneous high-entropy alloy composites with enhanced multifunctionality via liquid metal dealloying, Munsu Choi, Gang Hee Gu, Jongun Moon, Jae Wung Bae, Hidemi Kato, Seung Zeon Han, Hyoung Seop Kim, Yongseok Choi, Soo-Hyun Joo, *Journal of Materials Research and Technology*, 37 (2025) 5672-5685
13. Grating patterns with high aspect ratios created on the surface of Pd-based metallic glass by thermal imprinting, Rui Yamada, Ninshu Ma, Hidemi Kato, *Journal of Alloys and Compounds*, 1024 (2025) 180001
14. Exploring the impact of hard-to-soft domain ratios in a heterostructured multi-principal element alloy, Peyman Asghari-Rad, Yongju Kim, Gang Hee Gu, Hidemi Kato, Hyoung Seop Kim, *Materials Science and Engineering: A*, 927 (2025) 148024

15. Strain-induced and thermally-reversible BCC to FCC phase transformation in a heavily deformed Fe-Mn-Co-Ni-Cu-Al-C alloy,  
D.V. Louzguine-Luzgin, Y. Hamasaki, M. Mori, K. Yamanaka, R. Umetsu, H. Kato, Y. Miyajima, *Materials Science and Engineering: A*, 927 (2025) 147991
16. Development of 3D interconnected nanoporous TiZrHfNbTaNi high-entropy alloy via liquid metal dealloying and subsequent synthesis of (TiZrHfNbTaNi)O high-entropy oxide,  
Jae Hyuk Lee, Soo Vin Ha, Jihye Seong, Akira Takeuchi, Ruirui Song, Hidemi Kato, Soo-Hyun Joo, *Journal of Materials Research and Technology*, 35 (2025)5204-5215
17. Li-stuffed garnet solid electrolytes: Current status, challenges, and perspectives for practical Li-metal batteries,  
Cheng, Eric Jianfeng; Duan, Huanan; Wang, Michael J.; Kazyak, Eric; Munakata, Hirokazu; Garcia-Mendez, Regina; Gao, Bo; Huo, Hanyu; Zhang, Tao; Chen, Fei; Inada, Ryoji; Miyazaki, Kohei; Ohno, Saneyuki; Kato, Hidemi; Orimo, Shin-ichi; Thangadurai, Venkataraman; Abe, Takeshi; Kanamura, Kiyoshi, *Energy Storage Materials*, 75 (2025)103970
18. The effect of some late 3d transition metals additions to a Fe-Mn-Al-C alloy on the development of high-entropy alloys,  
V. O. Semin, R. Yamada, Y. Hamasaki, Y. Miyajima, K. Ishikawa, A. Watanabe, H. Kwon, H. S. Kim, H. Kato, D. V. Louzguine-Luzgin, *Intermetallics*, 177 (2025)108589
19. Mechanical properties of Ti/Mg bicontinuous composite by liquid metal replacement,  
Yusuke Ohashi, Hidemi Kato, *Scripta Materialia*, 256 (2025)116413
20. Al<sub>12.5</sub>Hf<sub>35</sub>Ti<sub>35</sub>Zr<sub>17.5</sub> Alloy with Hexagonal Close-Packed Structure Designed from Al40Ti60 Alloy,  
Takeuchi, Akira; Wada, Takeshi, *Materials Transactions*, 66(1) (2025)17-22
21. Structural and dynamical changes in a Gd-Co metallic glass by cryogenic rejuvenation,  
Shinya Hosokawa, Jens R. Stelhorn, Laszlo Pusztai, Yoshikatsu Yamazaki, Jing Jiang, Hidemi Kato, Tetsu Ichitsubo, Eisuke Magome, Nils Blanc, Nathalie Boudet, Koji Ohara, Satoshi Tsutsui, Hiroshi Uchiyama, Alfred Q.R. Baron, *Acta Materialia*, 284 (2025)120616
22. Frustrated magnetism in antiferromagnetic nonsymmorphic square-net lattice: NdSbSe  
P.K. Mishra, P. Nehla, R. Shukla, R. Umetsu, and A.K. Ganguli, *New J. Phys.* 27 (2025) 083505
23. Control of Magnetic Properties of Liquid-Crystalline Dendron-Modified FePt Nanoparticles,  
T. Yachi, R. Sato, M. Matsubara, C. Shen, R. Umetsu, X. Zeng, G. Ungar, A. Muramatsu, K. Kanie, *ACS Appl. NanoMater.* 8 (2025) 15514–15523
24. Strategic control of precipitate architecture and ultrafine grain-boundary engineering for enhanced mechanical performance in L12-strengthened FCC-type multi-principal element alloys,  
J. Wu, Z. Cui, X. Han, R. Wang, Z. Chen, Q. Liu, C. Xie, J. Gong, C. Cao, H. Wang, R.Y. Umetsu, K. Song, R. Li, *Mater. Sci. Eng. A* 946 (2025) 149161
25. Crystalline orientation-dependent anisotropic magnetoresistance effect in half-metallic ferromagnet of bulk single crystal Co<sub>2</sub>MnGe Heusler alloy,  
T. Tanaka, Y.-C. Huang, T. Kubota, S. Kokado, and R.Y. Umetsu, *J. Appl. Phys.* 138 (2025) 053902
26. Phonon Anomaly and Local Distortion in Iron-Manganese-Based Elinvar Alloys,  
Y. Umemoto, Y. Ikeda, T. Honda, D. Ishikawa, J.A. Schneeloch, J.C. Neuefeind, S. Tozawa, K. Sugawara, R. Umetsu, D. Louca, A.Q.R. Baron, and M. Fujita, *Sci. Tech. Adv. Mater*, 26, (2025) 2540278
27. Solid-State Methods for Ceramic Metallization: Unlocking Structural Complexity, Quantum Effects, and Multifunctionality,  
S. Romankov, Y.C. Park, R. Umetsu, S.V. Komarov, D.V. Louzguine-Luzgin, *Materials Today* 88 (2025) 155–167
28. Composition dependence of the anomalous Nernst effect in Fe<sub>4-x</sub>MnxN and Fe<sub>4-y</sub>CoyN films,  
W. Yin, K. Ito, Y. Tsubowa, M. Tsujikawa, M. Shirai, R.Y. Umetsu, and K. Takashi, *J. Magn. Magn. Mater.*, 628 (2025) 173157
29. Structural and magnetic properties of MnCo<sub>1-x</sub>FexGe<sub>1-y</sub>Siy (x, y = 0, 0.5),  
Y. Mitsui, R.Y. Umetsu, and K. Koyama, *Mater. Trans.*, 66, (2025) 758-763
30. Softening by intense cold-rolling and hardening by annealing at low-temperatures for Cu-Ni-Al alloys,

S. Semboshi, S. Shigeo, G. Miyamoto, K. Ito, S. Kasatani, H. Hyodo, *Materials Science and Engineering A*, 941, (2025) 148638.

31. Novel strategy for improving anisotropic critical current density of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> films through ab-plane oriented columnar defects,  
T. Sueyoshi, Y. Iwanaga, S. Semboshi, T. Ozaki, H. Sakane, T. Nishizaki, N. Ishikawa, *Journal of Applied Physics*, 138 (2025) 113904.
32. Additional Pinning Effect by Heavy-Ion Irradiation in Coated Conductors with Artificial Pinning Centers,  
T. Sueyoshi, T. Ozaki, S. Semboshi, H. Sakane, T. Nishizaki, N. Ishikawa, *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 35 (2025) 8000205.
33. Discontinuous precipitating behavior for Cu-Ni-Si alloy with Mn addition,  
S.Z. Han, E.-A. Choi, Sung Hwan Lim, S. Semboshi, *Materials Transaction*, 66 (2025) 23-28.
34. DFE study on Precipitation behavior of  $\alpha$ -Cu<sub>4</sub>Ti in Cu-Ti alloys with various additives,  
E.-A. Choi, S. Semboshi, H. Kato, S.Z. Han: 銅と銅合金, 64 (2025) 317-322.
35. Pb の分布に注目した Cu-Zn-Mn-Ni ミディアムエントロピー合金インゴットの凝固組織,  
永瀬丈嗣, 柴田顕弘, 松室光昭, 武村守, 千星聡: 銅と銅合金, 64 (2025) 131-137.
36. Cu/Cu<sub>4</sub>Ti 複相合金線材の低温焼鈍硬化,  
佛圓大河, 金野泰幸, 佐藤成男, 廣井慧, 千星聡: 銅と銅合金, 64 (2025) 77-82.
37. 銅の低圧酸化に及ぼす初期組織の影響,  
韓承傳, 崔恩愛, 孫仁俊, 加藤秀実, 千星聡: 銅と銅合金, 64 (2025) 54-58.
38. Al および Fe を微量添加した Cu-Ti 合金のレプリカ法による組織解析,  
千星聡, 橋本拓也, 兵藤宏: 銅と銅合金, 64 (2025) 49-53.
39. Ni/Al 比を変化させた Cu-Ni-Al 合金の強度特性,  
笠谷周平, 鎌田俊哉, 渡辺宏治, 千星聡, 宮本吾郎: 銅と銅合金, 64 (2025) 25-31.
40. Guest-Induced Reversible Phase Conversion via Spin Frustration Relief in Spin-Intercalated Layered Antiferromagnets,  
Qingxin Liu, Honoka Nemoto, Wataru Kosaka, and Hitoshi Miyasaka, *Adv. Sci.* 2025, 12, e07957.
41. Cooperative Magnetic Phase Evolution via Oxygen Spin Coupling in a Layered Metal–Organic Framework,  
Jun Zhang, Yang Cao, Wataru Kosaka, Yasutaka Kitagawa, Hitoshi Miyasaka, *J. Am. Chem. Soc.* 2025, 147, 35742-35754.
42. Magnetostructural Correlations in Charge Transfer Ionic Chains Derived from Assembly of Paddlewheel Diruthenium(II, II) Complexes and 7,7,8,8-Tetracyano-p-quinodimethane Derivatives,  
Ke Ji, Wataru Kosaka, and Hitoshi Miyasaka, *Cryst. Growth Des.* 2025, 25, 6745–6753.
43. Synthesis of Trans-Heteroleptic Carboxylate-Bridged Paddlewheel-type Diruthenium(II,II) Complexes with Poly Aromatic Hydrocarbon Carboxylate,  
Wataru Kosaka, Taku Kitayama, Tomoka Shimada, Yoshihiro Sekine, and Hitoshi Miyasaka, *Chem. Lett.* 2025, 54, upaf065.
44. Introduction of substituents for tuning the redox properties of benzoate-bridged paddlewheel diruthenium(II, II) complexes: What does the OH group bring?,  
Wataru Kosaka, Yudai Watanabe, Taku Kitayama, Chisa Itoh, and Hitoshi Miyasaka, *Dalton Trans.* 2025, 54, 1838-1849.
45. Ultrafast Luminescence Detection with Selective Adsorption of Carbon Disulfide in a Gold(I) Metal–Organic Framework,  
Haruka Yoshino, Masaki Saigo, Takumi Ehara, Kiyoshi Miyata, Ken Onda, Jenny Pirillo, Yuh Hijikata, Shinya Takaishi, Wataru Kosaka, Ken-ichi Otake, Susumu Kitagawa, and Hitoshi Miyasaka, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2025, 64, e202413830 (1-7). <Very Important Paper>
46. A novel two-step process for enhancing adhesion strength of cold-spray metallization of carbon fiber-reinforced plastics,  
Sun J.; Yamanaka K.; Bernard C.; Lei Y.; Zhou S.; Lin H.; Ogawa K.; Chiba A., *Materials & Design*, 249, (2025), 113568

47. Sustainable alloy design: Fe-enhanced Ti alloys for superior mechanical performance in additive manufacturing, Issariyapat A.; Huang J.; Kariya S.; Chen B.; Li S.; Umeda J.; Yamanaka K.; Chiba A.; Kondoh K., *Journal of Alloys and Compounds*, 1010, (2025), 177767
48. Metallic Ion Release Behaviors from Cobalt–Chromium Alloys Fabricated by Additive Manufacturing with Mechanical Grinding in an Acidic Saline Solution, Sakurai N.; Sawada T.; Kuwajima Y.; Yamanaka K.; Nomura N.; Kasahara M.; Chiba A.; Satoh K.; Takemoto S., *Materials*, 18(2), (2025), 432
49. Effects of Longitudinal External Magnetic Field on Metal Transfer Behavior and Spatter Formation in CO<sub>2</sub> Arc Welding, Le D.K.; Tashiro S.; Xu B.; Murphy A.B.; Trinh Q.N.; Bui V.H.; Yuji T.; Mamat S.B.; Yamanaka K.; Tanaka M.; Xiao L., *Materials*, 18(3), (2025), 537
50. Comparative Study on the Microstructural Evolution and Performance of Cu-5Ag Wires during Cold-drawing from Powder Metallurgy and Cast States, Zhou Y.; Gong X.; Zhang P.; Tang N.; Yamanaka K.; Chiba A.; Li Y., *Materials Science and Engineering: A*, 929, (2025), 148055
51. Exploration of a new AlCoCrNiNb high-entropy alloy: in situ alloying of a CoCrMo, M247, and Nb powder mixture via laser powder bed fusion, Tsai M.H.; Cheng C.P.; Fu H.C.; Chiba A.; Yamanaka K., *Progress in Additive Manufacturing*, 10(2), (2025), 1315-1324
52. Unveiling the influence of printing surfaces in powder bed fusion electron beam melting through multiphysics simulation, Yim S.; Lee T.; Yanagihara K.; Aoyagi K.; Yamanaka K.; Chiba A., *Additive Manufacturing*, 102, (2025), 104738
53. Electron-Beam Powder Bed Fusion of High-Carbon Co–Cr–Mo Alloys for Industrial Applications, Yamanaka K.; Aota S.; Mori M.; Sasaki N.; Adrien J.; Maire E.; Fabregue D.; Chiba A., *Funtai Oyobi Fummatsumu Yakin/Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy*, 72, (2025), S409-S414
54. 機械学習を援用した Ti-Fe 二相合金における強化因子の特定, 平子綾音; 刈屋翔太; 梅田純子; 山中謙太; 近藤勝義, *粉体および粉末冶金*, 72(3), (2025), 73-78
55. Comparative evaluation of powder spreading strategies to enhance powder bed quality in powder bed fusion additive manufacturing: A DEM simulation study, Yim S.; Wang H.; Aoyagi K.; Yamanaka K.; Chiba A., *Powder Technology*, 453, (2025), 120614
56. Influence of bonding agents on metal-ceramic bond strengths for Co-Cr alloy, Sawada T.; Yamanaka K.; Chiba A.; Takemoto S., *Dental Materials Journal*, 44(3), (2025), 289-298
57. Molybdenum segregation at grain boundaries in a nanograined Ni-Mo alloy: Implications for yielding behavior and plastic deformation modes, Hao S.; Li J.; Yamanaka K.; Chiba A., *Computational Materials Science*, 256, (2025), 113973
58. Influence of particle size distribution on the powder bed quality in the powder bed fusion additive manufacturing process, Yim S.; Minowa K.; Yamanaka K.; Chiba A., *Journal of Materials Research and Technology*, 37, (2025), 2038-2050
59. Enhancing dislocation strengthening in face-centered cubic high-entropy alloys through interstitial nitrogen, Yamanaka K.; Mori M.; Yoshida K.; Onuki Y.; Sato S., *Applied Materials Today*, 45, (2025), 102834
60. Understanding the potential of solute trapping induced by rapid solidification in powder bed fusion additive manufacturing, Zhou Y.; Lei Y.; Yamanaka K.; Li Y.; Wang H.; Chen H.; Chiba A., *Journal of Materials Processing Technology*, 342, (2025), 118939
61. Effect of external magnetic field on arc characteristics and weld bead formation in metal-cored arc welding, Bui V.H.; Trinh Q.N.; Le D.K.; Tashiro S.; Han L.D.; Phan H.L.; Murphy A.B.; Yamanaka K.; Tanaka M.; Xiao L., *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 140(9-10), (2025), 4845-4858
62. Regulating the microstructure and mechanical properties of Co-Ni-based superalloys via rhenium addition, Yang Y.; Jiang S.; Gong D.; Pan D.; Yamanaka K.; Chiba A.; Bian H., *Materials Science and Engineering: A*, 942, (2025), 148671

63. Comparative study of vacuum arc-remelting and spark plasma sintering processes on microstructure and corrosion behavior of Cp-Ti for biomedical implant applications, Kunbuala N.; Srirussamee K.; Phamornnak C.; Tunthawiroon P.; Hankoy M.; Yamanaka K.; Kanthachawana A.; Kitiwan M., *Journal of Materials Research and Technology*, 39, (2025), 1300-1310
64. Design and characterization of novel Ti-8Mo- x Fe- y Cu alloys as implant materials: Evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and antibacterial potential, Senopati G.; Rashid R.A.R.; Juliadmi D.; Prastya M.E.; Mori M.; Yamanaka K.; Kartika I.; Palanisamy S., *Materials Science and Technology*, 41(16), (2025), 1177-1190
65. Deformation mechanisms of multiphase AlCoCuFeNiTi high-entropy alloys revealed by machine learning-assisted molecular dynamics, Lu Y.S.; Yamanaka K.; Ishii H.; Bui T.X.; Hsieh Y.J.; Fang T.H., *Materials Today Physics*, 59, (2025), 101900
66. Deformation mechanism of Nb(HfTa)<sub>x</sub>TiZr refractory high-entropy alloys, Lu Y.S.; Yamanaka K.; Bui T.X.; Hung Y.X.; Ishii H.; Fang T.H., *International Journal of Mechanical Sciences*, 307, (2025), 110926
67. Co-Cr-W-Pt alloys with high X-ray visibility for next-generation balloon-expandable stents, Nakajima T.; Ito Y.; Ueki K.; Numano T.; Ueda K.; Narushima T., *Materials Science and Engineering A*, 931, (2025), 148216
68. Citric acid-assisted sol-gel synthesis of highly reactive borate-based bioactive glass powders, Lincuna J.R.S.; Ueda K.; Narushima T., *Journal of Non-Crystal Solids*, 666, (2025), 123637
69. Effect of Ni and Fe content on the plastic deformation behavior of Co-Cr-Fe-Ni-Mo alloys: A combined computational and experimental study, Hiyama K.; Nakajima T.; Sahara R.; Ueda K.; Narushima T., *Journal of Alloys and Compounds*, 1042, (2025), 183927
70. Removal of oxygen from commercially pure titanium melt via a two-step plasma-arc melting process using hydrogen, Abe R.; Ueda K.; Narushima T., *Materials Transactions*, 66, (2025), 1469-1477
71. スパッタ法による非晶質リン酸カルシウムコーティング膜の作製と Ag 添加による抗菌性の付与, 上田恭介, 成島尚之, *NEW GLASS*, 40(1), (2025), 25-30
72. 生体用セラミックスを用いたチタンの抗菌機能化表面処理, 上田恭介, 成島尚之, 佐原亮二, *バイオマテリアル*, 43(2), (2025), 128-133
73. 金属系バイオマテリアルの表面改質技術, 上田恭介, 成島尚之, 界面制御による革新的生体適合性材料開発, (エヌ・ティー・エス), (2025), pp. 209-216.
74. 第一原理計算と機械学習によるチタン表面酸化メカニズム解明, 佐原亮二, 上田恭介, 成島尚之, *日本チタン学会誌*, 3(1), (2025), 19-24
75. Precision microfluidic control of neuronal ensembles in cultured cortical networks, H. Murota, H. Yamamoto, N. Monma, S. Sato, A. Hirano-Iwata, *Adv. Mater. Technol.* 10, (2025), 2400894.
76. Directional intermodular coupling enriches functional complexity in biological neuronal networks, N. Monma, H. Yamamoto, N. Fujiwara, H. Murota, S. Moriya, A. Hirano-Iwata, S. Sato, *Neural Netw.* 184, (2025), 106967.
77. Efficient connectivity and intrinsic noise separation in recurrent spiking neural networks trained with e-prop, D. Noè, H. Yamamoto, Y. Katori, S. Sato, *Neuromorphic Computing and Engineering* 5, (2025), 044002.
78. Spike-timing-dependent plasticity offers delay-gated oscillatory potentiation for autaptic weights, R. Onda, M. Ishida, K. Hattori, H. Yamamoto, T. Tanii, *Frontiers in Neural Circuits* 19, (2025), 1646317.
79. Modular architecture confers robustness to damage and facilitates recovery in spiking neural networks modeling in vitro neurons, T. Sumi, A. M. Houben, H. Yamamoto, H. Kato, Y. Katori, J. Soriano, A. Hirano-Iwata, *Frontiers in Neuroscience* 19, (2025), 1570783.
80. Recent advances in octacalcium phosphate with incorporated carboxylate Ions, A review, Yokoi T. Chen P. Watanabe M. Kawashita M., *Molecules*, 30(17), (2025), 3508

81. Physicochemical properties and cellular compatibility of calcium phosphate/pyrolytic carbon composites for artificial bone applications,  
Chen P. Usuki S. Kuroyama K. Goto T. Sekino T. Kanetaka H. Hasegawa T. Kawashita M. Yoda T. Yokoi T., *Journal of Asian Ceramic Societies*, 13(3), (2025), 259-266
82. Development of zirconia/calcium phosphate/pyrolytic carbon composites with nanoscale lamellar-structured grain boundary phases to control crack propagation for biomedical applications,  
Yokoi T. Chen P. Yoshida K. Seo Y. Goto T. Kuroyama K. Sekino T. Hasegawa T. Yoda T. Kanetaka H. Kawashita M., *ACS Applied Nano Materials*, 8(14), (2025), 7039–7048
83. Formation of periodic nanostructures on medical polymer with femtosecond laser for control of cell spreading,  
Takenaka K. Chen P. Sato Y. Tsukamoto M., *Journal of Laser Micro Nanoengineering*, 19(3), (2025) 204
84. Enhancing the Photocatalytic Activity and Antibacterial Efficiency of TiO<sub>2</sub> Nanosheets via Doping with Ag, Cu, or Ce,  
Mengtian Jiang, Kosuke Nozaki, Takayuki Mokudai, Yuki Nakano, Motohiro Uo, Kimihiro Yamashita, Satoshi Ohara, Noriyuki Wakabayashi, *ACS APPLIED NANO MATERIALS*, 8(22), 2025, 11568-11581
85. Enhanced peri-implantitis management through purple-LED irradiation coupled with silver ion application and calcium phosphate gene transfection carrier coating,  
Taito Iwabuchi, Taichi Tenkumo, Takayuki Mokudai, Masatoshi Takahashi, Toru Ogawa, Keiichi Sasaki, Nobuhiro Yoda, *Scientific Reports*, 15(1), 2025
86. Silver ions and bacteria as promoters of UV-A photocatalysis,  
Taito Iwabuchi, Taichi Tenkumo, Takayuki Mokudai, Toru Ogawa, Keiichi Sasaki, Nobuhiro Yoda, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 463, 2025

【国際会議】

1. Amorphization of Ge phase in Al-Ge hypoeutectic alloys by suppression of metastable compounds during liquid quenching (Poster),  
Kazuki Inagaki, Rui Yamada, Junpei T. Okada, Masanori Enoki, Takeshi Wada, Hidemi Kato, 東北大一台北科技大のジョイントシンポジウム 2025, 2025年11月13-14日, 台北科技大学、台湾
2. Fabrication of hierarchical nanoporous Ni-Mo intermetallic compounds by two-step liquid metal dealloying and their application to catalysts for hydrogen evolution reaction (Poster),  
K. Kaji, T. Wada, R. Song, H. Kato, 東北大一台北科技大のジョイントシンポジウム 2025, 2025年11月13-14日, 台北科技大学、台湾
3. Immiscible Dissimilar Material Joints using Liquid Metal Dealloying (Keynote),  
H. Kato, Y. Ohashi, K. Kurabayashi, T. Wada, 5th International Symposium on Nanoporous Materials by Alloy Corrosion (5th ISNMAC), 2025年10月6-8日, 仙台国際ホテル、日本
4. Microstructure Evolution of Nanoporous Fe<sub>7</sub>Mo<sub>6</sub> Intermetallic Compounds Fabricated via Liquid Metal Dealloying,  
Ruirui Song, Bowen Tang, Pierre-Antoine Geslin, Takeshi Wada, Hidemi Kato, 5th International Symposium on Nanoporous Materials by Alloy Corrosion (5th ISNMAC), 2025年10月6-8日, 仙台国際ホテル、日本
5. 3D Bicontinuous Nanoporous Silicon Carbide Fabricated by Liquid Metal Dealloying and Its Applications in Alkali-Metal Batteries (Poster),  
X. Bian, H. Li, T. Ichitsubo, H. Kato, 5th International Symposium on Nanoporous Materials by Alloy Corrosion (5th ISNMAC), 2025年10月6-8日, 仙台国際ホテル、日本
6. Immiscible Fe-Mg joining by eutectic-melt-induced liquid metal dealloying (Poster),  
Kota Kurabayashi, Takeshi Wada, and Hidemi Kato, 5th International Symposium on Nanoporous Materials by Alloy Corrosion (5th ISNMAC), 2025年10月6-8日, 仙台国際ホテル、日本
7. Nanoporous MoS<sub>2</sub> via Liquid Metal Dealloying and Direct Sulfurization for Energy Storage and Conversion (Poster),  
Jiayan Liu, Hidemi Kato, 5th International Symposium on Nanoporous Materials by Alloy Corrosion (5th ISNMAC), 2025年10月6-8日, 仙台国際ホテル、日本
8. Ultrasonic Welding of Garnet Solid Electrolyte with Li Metal Anode for Improved Interfacial Contact (Poster),  
Eric Jianfeng Cheng, Mikihiisa Fukuda, Hidemi Kato, The 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI<sup>2</sup>MA), 2025年10月1-2日, 大阪大学中之島センター、日本

9. 3D Bicontinuous Nanoporous Silicon Carbide Fabricated by Liquid Metal Dealloying and Its Applications in Alkali-Metal Batteries,  
X. Bian, H. Li, T. Ichitsubo and H. Kato, 76th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 2025 年 9 月 7-12 日, マインツ, ドイツ
10. Temperature-dependent Formation of Nanoporous Intermetallic Compounds in Liquid Metal Dealloying (Invited),  
Song Ruirui, Hidemi Kato, 中国材料大会 2025, 2025 年 7 月 5-8 日, 廈門国際会議展覽中心、中国
11. Microstructural morphology effects on the strength of Fe-Mg joint produced by eutectic-melt-induced liquid metal dealloying  
Kota Kurabayashi, Takeshi Wada, Hidemi Kato, The 20th International Conference on Strength of Materials (ICSMA20) , 2025 年 6 月 2-6 日, 国立京都国際会館、日本
12. Magnetic and transport properties of ferrimagnetic chalcogenide compounds (Cr,Fe)Z (Z = S, Se) (Oral),  
W. Yin, M. Miyakawa, R.Y. Umetsu, The 7th International Conference of Asian Union of Magnetism Societies (IcAUMS2025), 21-24 April 2025, Okinawa, Japan
13. Cooling rate dependence of magnetostriction on melt-spun ribbons of Fe-Ga alloy and the rare earth elements doping (Poster),  
L. Chen, R. Y. Umetsu, The 7th International Conference of Asian Union of Magnetism Societies (IcAUMS2025), 21-24 April 2025, Okinawa, Japan
14. Electrical transport properties of Co<sub>2</sub>MnGa and Co<sub>2</sub>MnSi bulk single crystals (Poster),  
G. Mimuro, T. Tanaka, T. Kubota, S. Kokado, R. Umetsu, The 7th International Conference of Asian Union of Magnetism Societies (IcAUMS2025), 21-24 April 2025, Okinawa, Japan
15. Tunable Magnetic Properties and Phase Stability in (Cr,Fe)(S,Se) Chalcogenides for Spintronic Applications (Poster),  
W. Yin, M. Miyakawa, R. Umetsu” Joint European Magnetic Symposia (JEMS), August 24 to 29, 2025, in a hybrid format, Westend Campus of Goethe University Frankfurt, Germany (Online)
16. Correlation between giant magnetostriction and the microstructure in Fe-Ga and La doped melt-spun ribbons (Oral),  
L. Chen, M. Sato, R. Umetsu, Joint European Magnetic Symposia (JEMS), August 24 to 29, 2025, Westend Campus of Goethe University Frankfurt, Germany
17. Electrical Transport Properties of Bulk Single Crystals of Co-based Heusler Alloys (Poster),  
G. Mimuro, T. Tanaka, S. Kokado, T. Kubota, R. Umetsu, Joint European Magnetic Symposia (JEMS), August 24 to 29, 2025, Westend Campus of Goethe University Frankfurt, Germany
18. Electronic state and Magnetic properties of half-metal type Heusler alloys (Invited)”, R.Y. Umetsu INTERNATIONAL CONFERENCE Modern Problems of Solid-State Physics and Magnetism, September 24-26, 2025, Kyiv, Ukraine (Online)
19. Characterization of Fe<sub>82</sub>Ga<sub>18</sub> powder fabricated by gas atomizing  
L. Chen, M. Sato, and R.Y. Umetsu, The 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJIMA 2025), 1-2 October 2025, The University of Osaka Nakanoshima Center, Osaka, Japan
20. Detecting the half-metallic electronic states in Heusler alloys (Invited),  
Rie Y. Umetsu, Asia-Pacific Conference on Condensed Matter Physics, Wagga-AC2MP 2026, 13-19<sup>th</sup> February 2026, Charles Sturt University, Wagga Wagga, Australia
21. Chemo-Switchable MOF Magnets (Invited),  
H. Miyasaka, The 7th International Conference of Asian Union of Magnetism Societies (IcAUMS2025), 2025 年 4 月 21-24 日, Okinawa, Japan
22. Nature of Magnetic Phases in Spin-Intercalated Layered MOF Magnets (Invited),  
H. Miyasaka, Advances in Coordination Chemistry 2025, A Bridging Symposium Between Japan and Korea, 2025 年 8 月 5-8 日, 中央大学, Japan
23. Magnetic Sponges for Switching (Invited),  
H. Miyasaka, 14<sup>th</sup> China-Japan Joint Symposium on Metal Cluster Compounds, 2025 年 10 月 17-23 日, Xiamen, Fujian, China

24. Magnetic Phase Evolution via O<sub>2</sub> Spin Coupling in Layered Metal-Organic Framework Magnets (Keynote), H. Miyasaka, 10<sup>th</sup> Asian Conference on Coordination Chemistry (ACCC10), 2025 年 10 月 24-27 日, Vietnam
25. Phase Switching via Spin Frustration in Spin-Intercalated Layered MOF Antiferromagnets (Invited), H. Miyasaka, 19<sup>th</sup> International Conference on Molecular Magnetism 2025 (ICMM2025), 2025 年 10 月 27-31 日, Bordeaux, France
26. Phase Switching via Spin Frustration in Spin-Intercalated Layered MOF Magnets (Invited), H. Miyasaka, International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2025 (Pacifichem2025), 2025 年 12 月 15-20 日, Honolulu, Hawaii, USA
27. Microstructural evolution and strengthening mechanisms of additively manufactured alloys: Neutron diffraction study (Invited), Kenta YAMANAKA, Additive Manufacturing Workshop@THU, 2025.4.18, Beijing, China
28. Revealing and manipulating strengthening mechanisms in additively manufactured Ti-6Al-4V alloys via electron beam powder bed fusion, Kenta YAMANAKA, Manami MORI, Neeraphat Kunbuala, Phacharaphon Tunthawiroon, Shota Kariya, Katsuyoshi Kondoh, Yusuke ONUKI, Shigeo SATO, Akihiko CHIBA, ICSMA20, 2025.6.3, Kyoto, Japan
29. Refractory metal additive manufacturing using electron beam powder bed fusion (Keynote), Kenta YAMANAKA, Nanato SATO, Yumeka SUZUKI, Manami MORI, Satoshi ONO, Akimine HATSUDA, Takashi SATOH, Hironobu MANABE, The 4th Asia-Pacific International Conference on Additive Manufacturing (APICAM 2025), 2025.7.2, Melbourne, Australia
30. Fabrication and characterization of recycled zirconia by spark plasma sintering (Poster), Hui YANG, Guang HONG, Kenta YAMANAKA. The 7th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW), 2025.10.1, Osaka, Japan
31. Evaluation of corrosion behavior of Ti-6Al-4V by electron beam powder bed fusion (Poster) Neeraphat KUNBUALA, Manami MORI, Phacharaphon TUNTHAWIROON, Kenta YAMANAKA, The 7th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW), 2025.10.1, Osaka, Japan
32. Optimization of composition and thermomechanical processing in bioabsorbable Fe-Mn alloys (Poster), Hiroya ISHII, Manami MORI, Kenta YAMANAKA, The 7th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW), 2025.10.1, Osaka, Japan
33. Neutron Diffraction Characterization for Microstructural Evolution in Metal Additive Manufacturing (Invited), Kenta YAMANAKA, The 7th International Symposium on Visualization in Joining & Welding Science through Advanced Measurements and Simulation (Visual-JW), 2025.10.2, Osaka, Japan
34. Microstructural Engineering and Crack Mitigation in Electron Beam Powder Bed Fusion of Pure Tungsten (Invited), Kenta YAMANAKA, Nanato SATO, Yumeka SUZUKI, Manami MORI, Satoshi ONO, Akimine HATSUDA, Takashi SATOH, Hironobu MANABE, ASTM ICAM 2025, 2025.10.9, Las Vegas, USA
35. Suppression of abnormal grain growth during spark plasma sintering of recycled dental zirconia (Poster), Hui YANG, Guang HONG, Kenta YAMANAKA. National Taipei University of Technology & Tohoku University Joint Symposium 2025, 2025.11.13, Taipei, Taiwan
36. Preparation of a martensitic Fe-10Mn alloy for bioabsorbable implants (Poster), Hiroya Ishii, Manami Mori, Kenta Yamanaka, 2025 Tohoku NTUT Joint Symposium, 2025.11.13, Taipei, Taiwan
37. (予定) Ultra-High Preheating Enables Microstructural Engineering of Pure Tungsten by Electron Beam Powder Bed Fusion, Kenta YAMANAKA, Nanato SATO, Yumeka SUZUKI, Manami MORI, Satoshi ONO, Akimine HATSUDA, Takashi SATOH, Hironobu MANABE, TMS 2026, 2026.3.18, San Diego, USA
38. Carbon- and Platinum-Modified Co-Cr Alloys for Thin-Strut Stents (Keynote lecture), Takayuki NARUSHIMA, Sukma Suci FRIANDANI, Tomoki NAKAJIMA, Kyosuke UEDA, Ryoji SAHARA, and ALFIRANO, The 4th Broad Exposure Science and Technology (BEST 2025), 2025.8.7, Denpasar Selatan, Indonesia

39. Formation of Visible-Light Responsive TiO<sub>2</sub> Layers on Titanium by Two-Step Thermal Oxidation and Evaluation of their Antibacterial Activity (Invited),  
Kyosuke UEDA, Takayuki NARUSHIMA, Taipei Tech & Tohoku University (School of Engineering) 2025 Joint Symposium, 2025.11.17-18, Taipei, Taiwan
40. Synthesis of Borate Bioactive Glass Powders via the Sol-gel Method Using Nitrate Precursors,  
Kyosuke UEDA, Jun Rey Sullano LINCUNA, Takayuki NARUSHIMA, The 39th International Korea-Japan Seminar on Ceramics (K-J Ceramics 39), 2025.11.20-21, Jeju, Korea
41. Visible-light-induced Photocatalytic and Antibacterial Activities of Nitrogen-doped TiO<sub>2</sub> Films Fabricated via Reactive Sputtering (Poster),  
Sunyong SHIM, Kyosuke UEDA, Kouetsu. OGASAWARA, Takayuki NARUSHIMA, The 39th International Korea-Japan Seminar on Ceramics (K-J Ceramics 39), 2025.11.20-21, Jeju, Korea
42. Synaptic selection rule for single neurons in an autaptic culture with STDP (Poster),  
R. Onda, M. Yamazoe, K. Oishi, Y. Kuwabara, M. Ishida, H. Yamamoto, T. Tanii, The Future of Computing: Perspectives (The 13th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer), 2025/2/25-28, Sendai, Japan
43. Bioengineering platforms for constructing and probing neuronal computations (Invited),  
H. Yamamoto, 8th FRIS-TFC Collaboration Event: Interdisciplinary Seminar on Advanced Bioelectronics at the Interface of Engineering and Life Sciences, 2025.10.20, Sendai, Japan
44. Reservoir computing with biological neural networks: A bottom-up approach to neural computation (Invited),  
H. Yamamoto, 5th Workshop on Neuroengineering: AI in Neuroscience, 2025/10/27-28, Porto, Portugal
45. The Effect of Spot Size on Layer Formation Efficiency in Pure Copper Coating using Multi-beam Laser Metal Deposition with Blue Diode Lasers,  
Tamaki YOSHIDA, Yuji SATO, Keisuke TAKENAKA, Peng CHEN, Takayuki MOKUDAI, Yorihiro YAMASHITA, Masahiro TSUKAMOTO, Lasers in Manufacturing 2025 (LiM 2025), 2025.6.23-26, Munich, Germany.
46. Time-Dependent Effects of Nitrogen Doping on Titanium Surfaces: Enhancing Antibacterial Activity and Cytocompatibility,  
Mohammed N Al-DUAIS, Li CHANG, Peng CHEN, Taishi YOKOI, Takayuki MOKUDAI, Masakazu KAWASHITA, Hiroyasu KANETAKA, Interface Summer Seminar 2025-The 20th International Workshop on Biomaterials in Interface Science, 2025.8.1, Sendai, Japan.
47. Formation of Periodic Nanostructures on Biomaterials with Femtosecond Laser Irradiation,  
Keisuke TAKENAKA, Peng CHEN, Yuji SATO, Takayuki MOKUDAI, Hiroyasu KANETAKA, Masahiro TSUKAMOTO, The 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJ<sup>2</sup>MA2025), 2025.10.1-2, Osaka, Japan
48. The Effects of Processed Minerals Derived from the Great Salt Lake on Cells,  
Takayuki MOKUDAI, Seiko NAKAGAWA, Hiroyasu KANETAKA, Pen CHEN, Kazuo ODA, Hiroya ABE, Yoshimi NIWANO, The 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJ<sup>2</sup>MA2025), 2025.10.1-2, Osaka, Japan
49. Development of Pure Copper Coating on a Titanium Substrate for Antimicrobial Functionality in Dental Implants Using Multi-Beam Laser Metal Deposition with Blue Diode Lasers,  
Tamaki YOSHIDA, Yamato FUKUI, Keisuke TAKENAKA, Peng CHEN, Takayuki MOKUDAI, Yuji SATO, Minoru YOSHIDA, Hiroyasu KANETAKA, Masahiro TSUKAMOTO, The 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJ<sup>2</sup>MA2025), 2025.10.1-2, Osaka, Japan
50. Optimizing Nitrogen Doping Duration for Antibacterial and Biocompatible Titanium Surfaces,  
Peng CHEN, Mohammed N Al-DUAIS, Li CHANG, Taishi YOKOI, Takayuki MOKUDAI, Masakazu KAWASHITA, Hiroyasu KANETAKA, The 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJ<sup>2</sup>MA2025), 2025.10.1-2, Osaka, Japan
51. The Effect of Spot Size on Layer Formation Efficiency in Pure Copper Coating using Multi-beam Laser Metal Deposition with Blue Diode Lasers,  
Tamaki YOSHIDA, Yuji SATO, Keisuke TAKENAKA, Peng CHEN, Takayuki MOKUDAI, Yorihiro YAMASHITA, Masahiro TSUKAMOTO, The 44th annual International Congress on Applications of Lasers &

52. Surface Engineering of Biomedical Metals with Laser Processing (Keynote),  
Peng CHEN, Hiroyasu KANETAKA, The Corrosion Science Society of Korea 2025 Fall Conference (CSSK 2025), 2025.11.13-15, Yeosu, Korea.

【国内会議】

1. 共晶誘起デアロイングにより作製した Fe-Mg 継手の強度に与える複合構造の影響 (ポスター),  
倉林 康太, 和田 武, 加藤 秀実, 2025 年度第 24 回日本金属学会東北支部研究発表大会, 2025 年 11 月 28 日, 東北大学金属材料研究所
2. 非平衡共晶反応を利用した Al-Si 合金の液体急冷による Si の液体からの非晶質化,  
山田 類, 岡田 純平, 和田 武, 加藤 秀実, 2025 年度第 24 回日本金属学会東北支部研究発表大会, 2025 年 11 月 28 日, 東北大学金属材料研究所
3. 液体急冷 Al-Ge 共晶合金に発現する準安定化合物相の晶出抑制による Ge 相の非晶質化 (ポスター),  
稲垣和希, 山田類, 岡田純平, 榎木勝徳, 和田武, 加藤秀実, 第 149 回金属材料研究所講演会, 2025 年 11 月 27 日, 東北大学金属材料研究所
4. 二段階金属溶湯部分脱成分法による階層型ポーラス Ni-Mo 化合物の作製とその水素発生触媒への応用 (ポスター),  
加地喜一, 和田武, 宋瑞瑞, 加藤秀実, 第 149 回金属材料研究所講演会, 2025 年 11 月 27 日, 東北大学金属材料研究所
5. Bi 液体が有する黒鉛化触媒能の検討および反応機構の考察,  
村田奈々, 和田武, 加藤秀実, 第 52 回炭素材料学会年会, 2025 年 11 月 26-28 日, 長野市生涯学習センター
6. アルミニウム合金の液体急冷による半金属の非晶質化,  
山田 類, 岡田純平, 稲垣和希, 和田武, 加藤秀実, 軽金属学会第 149 回秋期大会, 2025 年 11 月 7-9 日, 横浜国立大学
7. 元素間相互作用差を利用した機能性多孔質金属、相分離系複合材料と、相分離系異種金属接合,  
加藤秀実, 溶ける常識、固まる未来 – 最先端の金属研究シーズ×企業マッチング ~東北の先端研究と関西の技術力が結ぶ新たな可能性~, 2025 年 10 月 28 日, グラングリーン大阪北館 JAM-BASE
8. Al-Ge 合金の液体急冷時の準安定化合物相晶出抑制による Ge の非晶質化,  
稲垣 和希, 山田 類, 岡田 純平, 榎木 勝徳, 和田 武, 加藤 秀実, 日本金属学会 2025 年秋期講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 北海道大学
9. 二段階金属溶湯脱成分法による階層型ポーラス Ni-Mo 合金の作製とその水素発生触媒への応用,  
加地 喜一, 和田 武, 宋 瑞瑞, 加藤 秀実, 日本金属学会 2025 年秋期講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 北海道大学
10. 金属溶湯部分脱成分法を用いたポーラス NiTi 合金の作製とその作製条件が組成および力学特性に及ぼす影響,  
三浦 大輝, 福田 幹久, 和田 武, 加藤 秀実, 日本金属学会 2025 年秋期講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 北海道大学
11. 金属溶湯脱成分法による不混和性 Cu/Mo 複合材料の力学特性および熱特性,  
宋 瑞瑞, 唐 博聞, 加藤 秀実, 日本金属学会 2025 年秋期講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 北海道大学
12. 金属溶湯脱成分法を用いたナノポーラス炭化ケイ素の作製 (ポスター),  
卞 篠, 加藤秀実, 第 148 回金属材料研究所講演会, 2025 年 5 月 28 日, 東北大学金属材料研究所
13. Temperature-dependent Formation of Nanoporous Fe<sub>7</sub>Mo<sub>6</sub> Intermetallic Compounds in Liquid Metal Dealloying (ポスター),  
R. Song, P. Geslin, T. Wada, H. Kato, 第 148 回金属材料研究所講演会, 2025 年 5 月 28 日, 東北大学金属材料研究所
14. 液体からの Ge の非晶質化に及ぼす Al-Ge 合金への添加元素の影響,  
山田 類, 岡田 純平, 和田 武, 稲垣 和希, 榎木 勝徳, 加藤 秀実, 粉体粉末冶金協会 2025 年度春季大会, 2025 年 5 月 28-30 日, 京都大学
15. Improvement of magnetostriction of Galfenol alloy by La doping and microstructure controlling,

L. Chen, M. Sato and R.Y. Umetsu, 第 49 回日本磁気学会学術講演会 2025 年 9 月 16-19 日、愛媛大学、松山市

16. ハーフメタル型電子状態を有する  $\text{Co}_2\text{MnZ}$  ( $Z = \text{Si, Ge, Sn}$ ) の異方性磁気抵抗効果, 三室楽人, 田中貴大, 古門聡士, 窪田崇秀, 梅津理恵, 第 49 回日本磁気学会学術講演会 2025 年 9 月 16-19 日, 愛媛大学, 松山市
17. NanoTerasu における研究事例 (ポスター), 梅津理恵, 第 16 回日本女性科学者の会学術大会, 2025 年 12 月 8 日, 北海道大学, 札幌市
18. プレス打抜き性に優れた Cu-Ni-Si-S-Mn 系銅合金の開発, 依藤洋, 姜婉青, 鎌田俊哉, 渡辺宏治, 千星聡, 宮本吾郎, 日本銅学会, 2025/11/2, アクリエひめじ (姫路市)
19. Cu-Co-Ti 合金の時効にともなう組織および特性の変化, 西村侑真, 金野泰幸, 千星聡, 日本銅学会, 2025/11/1, アクリエひめじ (姫路市)
20. Dopant Screening for Interfacial Energy Control of (Ni,Co)<sub>2</sub>Si Precipitates in Cu-Ni-Co-Si Alloys: A First-Principles Study, E.-A, Choi, S.Z. Han, 加藤秀実, 千星聡, 日本銅学会, 2025/11/1, アクリエひめじ (姫路市)
21. Effect of Solute Elements on Copper after Low-Pressure Gas Oxidation, S.Z. Han, J.S Park, E.-A, Choi, 加藤秀実, 千星聡, 日本銅学会, 2025/11/1, アクリエひめじ (姫路市)
22. Cu-Ag 二相合金細線材における低温焼鈍硬化挙動, 新井龍一, 大達剛, 西本一恵, 小泉勉, 廣井慧, 千星聡, 尾原幸治, 日本銅学会, 2025/11/1, アクリエひめじ (姫路市)
23. 過時効-強圧延による Cu-Ti 合金薄板材の作製, Shan LIN, 千星聡, 日本金属学会, 2025/9/18, 北海道大学 (札幌市)
24. レーザメタルデポジションにより作製した Ni 基合金複合肉盛層の組織 (ポスター), 松久倫樹, 金野泰幸, 山口拓人, 田中慶吾, 千星聡: 日本金属学会, 2025/9/17, 北海道大学 (札幌市)
25. Ni 基二重複相金属間化合物合金の組織と機械的性質に及ぼす Cu 添加と Ni 過剰組成化の影響 (ポスター), 上田航平, 金野泰幸, 千星聡, 日本金属学会, 2025/9/17, 北海道大学 (札幌市)
26. Ni<sub>3</sub>V-Ni<sub>3</sub>Ta 金属間化合物の機械的特性 (ポスター), 松本明日翔, 金野泰幸, 千星聡, 日本金属学会, 2025/9/17, 北海道大学 (札幌市)
27. レーザ肉盛法による Co-Ti 系金属間化合物肉盛層の作製 (ポスター), 木戸颯成, 金野泰幸, 千星聡, 山口拓人, 田中慶吾, 日本金属学会, 2025/9/17, 北海道大学 (札幌市)
28. Cu-Co<sub>3</sub>Ti 擬二元系実験状態図の構築と利用 (ポスター), 西村侑真, 金野泰幸, 千星聡, 日本金属学会, 2025/9/17, 北海道大学 (札幌市)
29. 低次元分子磁性体における物質輸送と磁気制御(招待講演), 宮坂等, 第 7 回固体化学フォーラム研究会, 2025 年 6 月 23-25 日, 東大物性研
30. 分子格子 MOF の可能性: 物質輸送と磁気制御(招待講演), 宮坂等, 第 10 回岩崎コンファレンス「磁性体がもたらす多様性と可能性」, 2025 年 12 月 3-4 日, 連合会館 201 号室 (東京お茶の水)
31. 多孔性磁性体の酸素吸着による連続的磁気相変(依頼講演), 宮坂等, E-IMR ワークショップ, 2025 年 12 月 3 日, 金研講堂
32. 積層造形技術を用いた高機能金属材料の開発 (招待講演), 山中謙太, プロセスメタラジー研究会 第 3 回研究会「金属積層造形技術 -Additive Manufacturing- ; プロセス、材料、応用の最新動向」, 2025.4.22, 東京, 日本
33. Spark plasma sintering of recycled zirconia ceramics: densification, microstructure, and mechanical properties (ポスター発表), Hui YANG, Guang HONG, Kenta YAMANAKA, 第 148 回金属材料研究所講演会, 2025.5.28, 仙台, 日本

34. 金属積層造形における欠陥抑制と高機能材料の創製 (招待講演),  
山中謙太, 日本材料学会疲労部門委員会「積層造形材の最新研究」, 2025.5.30, 京都, 日本
35. 金属 3D プリンターを用いた高機能材料・部材の開発 (基調講演),  
山中謙太, 3Dプリンターを活用した先端材料セミナー ~軽量化・高機能化に向けた合金・マルチマテリアル~, 2025.9.5, 埼玉県, 日本
36. 電子ビーム積層造形における純タンゲステンの緻密化と組織制御  
佐藤虹斗, 森真奈美, 鈴木夢華, 大野悟史, 初田光嶺, 佐藤崇, 眞部弘宣, 山中謙太, 日本金属学会 2025 年秋期(第 177 回)講演大会, 2025.9.18, 札幌, 日本
37. Influence of building parameters on corrosion behavior of Ti-6Al-4V fabricated by electron beam power bed fusion,  
Neeraphat KUNBUALA, Manami MORI, Phacharaphon TUNTHAWIROON, Kenta YAMANAKA. 日本金属学会 2025 年秋期(第 177 回)講演大会, 2025.9.18, 札幌, 日本
38. Preparation of recycled zirconia powders for use in esthetic dental restorations by wet ball milling technique,  
Hui YANG, Guang HONG, Kenta YAMANAKA. 日本金属学会 2025 年秋期(第 177 回)講演大会, 2025.9.19, 札幌, 日本
39. 異なる荷重条件下における AZ 系マグネシウム合金の力学特性に関する分子動力的解析,  
陸裕昇, 山中謙太, 普樹源, 蔡勝祥, 方得華, 日本金属学会 2025 年秋期(第 177 回)講演大会, 2025.9.19, 札幌, 日本
40. 加工熱処理による生体吸収性 Fe-10Mn 合金の力学特性と腐食挙動の制御,  
石井寛也, 森真奈美, 山中謙太, 日本金属学会 2025 年秋期(第 177 回)講演大会, 2025.9.19, 札幌, 日本
41. Influence of unidirectional laser marking in ambient air on the surface properties of biomedical 316L stainless steel,  
Tanapa SRITO, Chinnawich PHAMORNNAK, Anak KHANTACHAWANA, Methawee NUKUNUDOMPANICH, Kazuyo OMURA, Kenta YAMANAKA, Phacharaphon TUNTHAWIROON, Kasama SRIRUSSAMEE, 日本金属学会 2025 年秋期(第 177 回)講演大会, 2025.9.19, 札幌, 日本
42. 金属積層造形におけるガスポア抑制と高機能粉末の作製に関する研究 (招待講演),  
山中謙太, 千葉晶彦, 粉体粉末冶金協会 2025 年度秋季大会, 2025.10.29, 大阪, 日本
43. 電子ビーム積層造形における Ti-6Al-4V 合金の集合組織形成,  
山中謙太, 森真奈美, 刈屋翔太, 近藤勝義, 小貫祐介, 佐藤成男, 日本金属学会第 4 回「結晶性材料の結晶配向評価および結晶方位解析技術研究会」, 2025.11.26, 仙台, 日本
44. Enhancing the clinical applicability of recycled dental zirconia through microstructural and optical optimization by ball milling (ポスター発表),  
Hui YANG, Guang HONG, Kenta YAMANAKA, 第 148 回金属材料研究所講演会, 2025.11.27, 仙台, 日本
45. Effect of Niobium Content on Phases Transformation and Corrosion behavior of Ti-Nb Alloys Fabricated by Spark Plasma Sintering (ポスター発表),  
Neeraphat KUNBUALA, Manami MORI, Phacharaphon TUNTHAWIROON, Kenta YAMANAKA, 第 148 回金属材料研究所講演会, 2025.11.27, 仙台, 日本
46. Spark plasma sintering of a dental recycled zirconia powder: Comparison with conventional sintering,  
Hui YANG, Guang HONG, Kenta YAMANAKA, 第 26 回通電焼結研究会, 2025.12.09, 仙台, 日本
47. 純アンモニア環境における Hastelloy X の窒化挙動,  
山中謙太, 森真奈美, 謝玉麟, 宮本吾郎, 古原忠, 千葉晶彦, 日本金属学会 2026 年春期(第 178 回)講演大会, 2026.3.11-13, 千葉, 日本
48. Recycling dental zirconia residues via spark plasma sintering: Enhanced densification and mechanical properties,  
Hui YANG, Guang HONG, Kenta YAMANAKA, 日本金属学会 2026 年春期(第 178 回)講演大会, 2026.3.11-13, 千葉, 日本
49. Influence of Nb Content on Microstructural Characteristics and Corrosion Behavior of Ti-Nb Alloys Fabricated by SPS,  
Neeraphat KUNBUALA, Manami MORI, Kasama SRIRUSSAMEE, Phacharaphon TUNTHAWIROON, Kenta YAMANAKA, 日本金属学会 2026 年春期(第 178 回)講演大会, 2026.3.11-13, 千葉, 日本

50. Comparative Tribological Behavior of Wrought and Electron Beam Melted Cobalt–Chromium Alloys, Made SUBEKTI DWIJAYA, Manami MORI, Kenta YAMANAKA, 日本金属学会 2026 年春期(第 178 回) 講演大会, 2026.3.11-13, 千葉, 日本
51. 生体吸収性 Fe–10Mn 合金の強化機構および塑性変形機構の解明, 石井寛也, 森真奈美, 山中謙太, 日本金属学会 2026 年春期(第 178 回)講演大会, 2026.3.11-13, 千葉, 日本
52. 反応性スパッタリング法による炭素添加 TiO<sub>2</sub> 膜の作製および可視光照射下における光触媒活性評価, Sunyong Shim、上田恭介、成島尚之, 日本金属学会 2025 年秋期 (第 177 回) 講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 札幌
53. 生体用 Co-Cr-W-Ni 合金における最大 0.46 mass%の炭素添加が微細組織に及ぼす影響, 伊藤七奈、上田恭介、成島尚之, 2025 年秋期 (第 177 回) 講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 札幌
54. 生体用 Co-Cr-Fe-Ni-Mo 合金の微細組織および機械的特性に及ぼす炭素の影響, 加藤蓮、檜山快、上田恭介、成島尚之, 2025 年秋期 (第 177 回) 講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 札幌
55. 真空蒸留法により作製した超高純度 Mg の溶解性に及ぼす Zn の影響, 佐々木和真、上田恭介、井上誠、中田大貴、峯田才寛、成島尚之, 2025 年秋期 (第 177 回) 講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 札幌
56. ゴルゲル・ディップ法による Ti 上への Cu 含有生体活性ガラスコーティング膜の作製とその抗菌性評価, 大津杏優、上田恭介、成島尚之, 2025 年秋期 (第 177 回) 講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 札幌
57. 生体用 Co-Cr-W-Ni 合金の機械的特性および積層欠陥エネルギーに及ぼす炭素・窒素添加の影響, 和田知己、檜山快、佐原亮二、上田恭介、成島尚之, 2025 年秋期 (第 177 回) 講演大会, 2025 年 9 月 17-19 日, 札幌
58.  $\alpha + \beta$  型 Ti-5Nb-0.2O 合金の微細組織および機械的特性に及ぼす窒素の影響 (ポスター発表), 荒木大騎、上田恭介、成島尚之, 第 5 回日本チタン学会 講演大会 (2025 年度) 2025 年 11 月 9-10 日, 直江津
59. 生体用セラミックスを用いた抗菌・抗ウイルス材料開発(基調講演), 上田恭介, 日本材料学会 生体・医療材料部門委員会 第 7 回学生研究交流会, 2026.3.10, 東京
60. Cu- and Zn-doped 13-93B3 borate bioactive glass powders: Synthesis and evaluation of dissolution and antibacterial properties, Jun Rey Sullano Lincuna, Kyosuke Ueda, Takayuki Narushima, 日本金属学会 2026 年春期 (第 178 回) 講演大会, 2026 年 3 月 11-13 日, 習志野
61. CO-CO<sub>2</sub> ガスを用いた反応性スパッタリング法による炭素添加 TiO<sub>2</sub> 膜の作製, Sunyong Shim、上田恭介、小笠原康悦、成島尚之, 日本金属学会 2026 年春期 (第 178 回) 講演大会, 2026 年 3 月 11-13 日, 習志野
62. ゴルゲル法による Ag,Ta 共添加 SiO<sub>2</sub>-CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 系生体活性ガラス粉末の作製(ポスター), 関根宏太、上田恭介、成島尚之, 日本金属学会 2026 年春期 (第 178 回) 講演大会, 2026 年 3 月 11-13 日, 習志野
63. 炭素添加した生体用 Co-Cr-W-Ni 合金の微細組織に及ぼす W および Ni の影響, 檜山快、佐原亮二、上田恭介、成島尚之, 日本金属学会 2026 年春期 (第 178 回) 講演大会, 2026 年 3 月 11-13 日, 習志野
64. 「ニューラルネットワーク」の多様性: ANN, SNN, そして BNN (招待講演), 山本英明, 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング(NC)研究会, 2025/3/5-7, 東京大学, 東京
65. 培養神経細胞回路・生体分子の再構成に基づくバイオコンピューティング(招待講演), 山本英明, 平野愛弓, 日本化学会第 105 春季年会, 2025/3/26-29, 関西大学, 大阪
66. 多様化する「ニューラルネットワーク」の可能性と細胞工学技術の役割(招待講演), 山本英明, センサ&IoT コンソーシアム・セミナー「マテリアルを基盤とするニューロモルフィック AI」, 2025/8/22, オンライン
67. ボトムアップアプローチによる神経回路研究と「バイオ超越」への挑戦(招待講演), 山本英明, 異分野融合セミナー iSeminar, 2025/8/26, 名古屋大学, 愛知

68. 異分野融合による脳神経回路研究と学術変革への挑戦(招待講演),  
山本英明, 第 19 回次世代を担う若手のための医療薬科学シンポジウム, 2025/9/6-7, 同志社大学, 京都
69. 神経回路研究における実験とシミュレーションのインタープレイ(招待講演),  
山本英明, 門間信明, 平野愛弓, 佐藤茂雄, 第 86 回応用物理学会秋季学術講演会, 2025/9/7-10, 名城大学, 愛知
70. 学際融合による神経回路機能の探求と「バイオ超越」への挑戦(招待講演),  
山本英明, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 (SSI2025), 2025/11/12-14, 東北大学, 仙台
71. Enhancing titanium osteoconductivity by alkali-hot water treatment,  
Hiroyasu Kanetaka, Li Chang, Peng Chen, Takayuki Mokudai, Masakazu Kawashita, Itaru Mizoguchi, 国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト (DEJI<sup>2</sup>MA) 令和 6 年度公開討論会, 2025 年 3 月 2 日, 東京科学大学すずかけ台キャンパス
72. Acute antimicrobial efficacy of gram-negative bacteria by pure copper coating using multi-beam laser metal deposition with blue diode lasers,  
Peng Chen, Tamaki Yoshida, Keisuke Takenaka, Takayuki Mokudai, Yuji Sato, Masahiro Tsukamoto, Hiroyasu Kanetaka, 国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト (DEJI<sup>2</sup>MA) 令和 6 年度公開討論会, 2025 年 3 月 2 日, 東京科学大学すずかけ台キャンパス
73. 表面組成・構造制御による抗菌・ウイルス不活化機能の向上,  
吉田 環, 竹中啓輔, 佐藤雄二, 陳 鵬, 金高弘恭, 目代貴之, 松下伸広, 塚本雅裕, 国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト (DEJI<sup>2</sup>MA) 令和 6 年度 公開討論会 2025 年 3 月 2 日, 東京科学大学すずかけ台キャンパス
74. 超音波技術を利用した微細気泡の生成と評価,  
目代貴之, 川田巳致, 庭野道夫, 但木大介, 平野愛弓, 陳 鵬, 金高弘恭, 国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト (DEJI<sup>2</sup>MA) 令和 6 年度公開討論会, 2025 年 3 月 2 日, 東京科学大学すずかけ台キャンパス
75. 医療用途に向けたレーザークラディング表面加工技術による抗菌性表面の開発,  
陳 鵬, 吉田 環, 竹中啓輔, 目代貴之, 佐藤雄二, 塚本雅裕, 金高弘恭, ヘルステックコロキウム& 第 11 回若手研者のためのネットワークング, 2025 年 3 月 12 日, 仙台
76. Optimizing Nitrogen Doping Duration on Titanium Surfaces for Dual Antibacterial and Cytocompatible Functions,  
Mohammed N. Al-Duais, Li Chang, Peng Chen, Taishi Yokoi, Takayuki Mokudai, Masakazu Kawashita, Hiroyasu Kanetaka, 第 5 回日本チタン学会 講演大会 (2025 年度), 2025 年 10 月 9-10 日, 直江津学びの交流館.
77. 歯科用チタン材料における表面改質技術と生体適合性評価,  
陳 鵬, 第 7 回出島コンソーシアム・セミナー 「バイオ・医療機器材料の新展開」, 2025 年 11 月 26 日, 名古屋大学・東山キャンパス ES 総合館.
78. Duration-Dependent Nitrogen Doping Effects on Titanium Surfaces: Optimizing Antibacterial Performance and Cell Compatibility,  
Mohammed N. Al-Duais, Li Chang, Peng Chen, Taishi Yokoi, Takayuki Mokudai, Masakazu Kawashita, Hiroyasu Kanetaka, 第 86 回東北大学歯学会, 2025 年 12 月 12 日, 東北大学星陵キャンパス臨床研究棟大会議室.
79. 高純度次亜塩素酸水の殺菌活性 (ポスター),  
目代貴之, 岩澤篤郎, 菊地憲次, 庭野吉己, 日本防菌防黴学会第 52 回年次大会, 2025 年 9 月 24 日-26 日, 三重県賢島

#### 【受賞】

1. 2025 年度 第 24 回日本金属学会東北支部研究発表大会 優秀ポスター賞  
共晶誘起デアロイングにより作製した Fe-Mg 継手の強度に与える複合構造の影響  
倉林 康太, 和田 武, 加藤 秀実, 2025 年 11 月 28 日
2. 日本化学会第 105 春季年会学生講演賞,  
Guest-induced Reversible Transition of Visible-Hidden Frustration Behavior in Spin-intercalated Hybrid Layered Magnets,  
Qingxin Liu, 2025 年 4 月 18 日

3. 錯体化学会若手の会ポスター賞「Chemistry Letters Young Researcher Award」,  
「Redox 活性な錯体分子を組み込んだ多孔性アモルファス材料の創製」,  
伊藤千紗, 2025 年 8 月 29 日
4. 錯体化学会第 75 回討論会 ポスター賞,  
ハニカム構造を有するジチオレン誘導体配位子を用いた Mo(IV)錯体の合成と物性評価,  
関根幹人, 2025 年 9 月 16 日
5. 第 149 回金属材料研究所講演会優秀ポスター賞,  
ハニカム構造を有するジチオレン誘導体配位子を用いた Mo(IV)錯体の合成と物性評価,  
関根幹人, 2025 年 11 月 27 日
6. 粉体粉末冶金協会 第 63 回研究進歩賞,  
金属積層造形におけるガスポア抑制と高機能粉末の作製に関する研究,  
山中謙太, 千葉晶彦, 2025 年 5 月 28 日
7. 本多記念会 第 46 回本多記念研究奨励賞,  
積層造形技術による金属構造材料の高機能化に関する研究,  
山中謙太, 2025 年 6 月 5 日
8. 第 149 回金研講演会 優秀ポスター賞,  
Enhancing the clinical applicability of recycled dental zirconia through microstructural and optical optimization  
by ball milling,  
Hui YANG, 2025 年 11 月 27 日
9. 一般財団法人石田實記念財団 研究奨励賞,  
人工神経細胞回路を用いた脳情報処理の探求と工学応用に関する研究  
山本英明, 2025 年 11 月 7 日
10. 一般社団法人日本神経回路学会 2025 年度 優秀研究賞,  
STDP 則のアナログ CMOS 回路実装と分類タスクへの応用,  
飯田陽介, 守谷 哲, 山本英明, 佐藤茂雄, 2025 年 11 月 22 日
11. The 44th annual International Congress on Applications of Lasers & Electro-Optics (ICALEO2025)  
ICALEO2025 Student Paper Award 2nd Place,  
Multi-Beam Laser Metal Deposition of Pure Copper on a Titanium Substrate with Blue Diode Lasers for Surface  
Functionalization of Dental Implants,  
Tamaki Yoshida, Yuji Sato, Keisuke Takenaka, Satoshi Yoshida, Peng Chen, Hiroyasu Kanetaka, Takayuki  
Mokudai, Nobuhiro Matsushita, Masahiro Tsukamoto, 2025 年 10 月 5-8 日

#### 【プレスリリース】

1. 固体電解質の従来の 2 大焼結法で特性に差異がでないことを確認  
2025 年 9 月 16 日、東北大学  
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2025/09/press20250916-02-Garnet.html>
2. 酸素の吸着で磁石の変遷を観る—酸素の電子スピンを利用した分子デバイスへの応用に道筋—  
2025 年 10 月 2 日 (東北大学、大阪大学)  
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2025/10/press20251002-01-magnet.html>
3. 層状物質への小分子の吸脱着で磁気フラストレーション相の可逆的切り替えに成功—わずかな外部  
刺激で動作する分子デバイスへの応用に期待—  
2025 年 8 月 8 日 (東北大学)  
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2025/08/press20250808-02-Frustration.html>

#### 【特許】

1. 発明の名称：METHOD FOR MANUFACTURING METAL SOLID-TO-METAL SOLID BONED BODY,  
AND COMPOSITE MEMBER  
発明者：Hidemi KATO, Kota KURABAYASHI, Yusuke OHASHI  
米国出願日：2025 年 11 月 24 日

## 6 研究所連携共通行事

### The 7th International Symposium on Visualization in Joining & Welding (Visual-JW 2025) and the 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI<sup>2</sup>MA-5)

開催日：2025年10月1日-2日 主催：大阪大学 接合科学研究所

開催地：大阪 大阪大学中の島センター

発表者および題目

招待講演

Zhou Weiwei [Design of MXene-reinforced Silver Matrix Composites via Powder Metallurgy]

Moe Sandar Kyaw [Innovative Laser-Mediated Anti-Inflammatory Therapy for Treatment Resistant Apical Periodontitis]

Kenta Yamanaka [Neutron Diffraction Characterization for Microstructural Evolution in Metal Additive Manufacturing]

ポスター発表

Takayuki Mokudai [The Effects of Processed Minerals Derived from the Great Salt Lake on Cells]

Eric Cheng [Ultrasonic Welding of Gamet Solid Electrolyte with Li Metal Anode for improved Interfacial Contact]

Peng Chen [Optimizing Nitrogen Doping Duration for Antibacterial and Biocompatible Titanium Surfaces]

Likun Chen [Characterization of Fe<sub>8</sub>2Ga<sub>18</sub> Powder Fabricated by Gas Atomizing]

Neeraphat Kunbuala [Evaluation of Corrosion Behavior of Ti-6Al-4V by Electron Beam Powder Bed Fusion]

Hui Yang [Fabrication and Characterization of Recycled Zirconia by Spark Plasma Sintering]

Hiroya Ishii [Optimization of Composition and Thermomechanical Processing in Bioabsorbable Fe-Mn Alloys]



### 公開討論会

開催日：2026年3月14日 主催：東京科学大学（旧医科歯科大学）

開催地：東京 大湯島キャンパス3号館

発表者および題目

口頭発表

梅津 理恵 [(Cr,Fe)<sub>7</sub>S<sub>8</sub> カルコゲナイド化合物の空孔規則度制御と磁気的性質]

ポスター発表

上田 恭介 [第一原理計算および実験によるバルーン拡張型ステント用 Co-Cr-Fe-Ni-Mo 合金の塑性変形に及ぼす Fe・Ni の影響解明]

NG CHI HO [Strength Meets Machinability: The Synergistic Role of β-Isomorphous Elements in 3D Printed Titanium Alloys]

倉林 康太 [デアロイングにより得られた Fe-Mg 継手強度に及ぼす複合構造の影響]

早川 壮馬 [金属溶湯層置換法を用いた新規 MAX 相の合成]

渡邊 啓太 [マイクロ流体デバイスを用いた培養神経細胞回路の損傷・回復特性の解析]

陳 鵬 [Rapid antimicrobial activity of pure copper coatings fabricated by multi-beam blue diode laser cladding]

目代 貴之 [塩水湖ミネラルにおける抗酸化活性評価と細胞への影響]



## 会議・行事報告

### The 20th International Workshop on Biomaterials in Interface Science (主催)

開催日：令和7年8月4日

開催形式：ハイブリット開催 東北大学金属材料研究所講堂

参加者：68名（うち対面56名、オンライン12名）

発表件数：招待講演4件、口頭発表21件

東北大学（金属材料研究所、大学院歯学研究科、大学院医工学研究科）と、東京科学大学生体材料工学研究所の連携により、生体材料を主題とした国際ワークショップがハイブリッド形式で実施され、国内外の研究者が集う学際的な交流の場となりました。生体材料の開発には、材料科学、医療工学、歯学といった多岐にわたる分野の融合が不可欠となります。

本ワークショップは、これらの異分野連携を強化し、研究知見を深めるための国際的な活動として定期的を開催しています。本ワークショップでは、4つの主要テーマ（Oral Health Care, Young innovators, Biomedical Engineering Biomaterials）に基づき、招待講演および一般講演が行われました。内容としては、金属材料やバイオセラミックスの微細構造制御、表面改質技術、細胞応答との相互作用など研究成果が共有されました。本ワークショップより、分野を超えた活発な議論を通じて、材料科学と医学・歯学の融合による新しい研究連携の可能性が示唆されました。また、若手研究者や学生にとっては、最先端の研究に触れるとともに、国際的なネットワークを構築する貴重な学習・交流の機会となりました。

**Interface Summer Seminar 2025**  
The 20th International Workshop on Biomaterials in Interface Science

**Invited Speaker:**  
Prof. Han-Cheol Choe (Chosun University)  
Prof. Chun-Li Lin (National Yang Ming Chiao Tung University)  
Prof. Wei-Ning Lee (The University of Hong Kong)  
Prof. Zhang Chengfei (The University of Hong Kong)

Sponsored by Graduate School of Dentistry, Biomedical Engineering, Engineering, Institute for Materials Research, Tohoku University, Tokyo Medical and Dental University, Global Institute for Materials Research Tohoku (GIMRT)

**Date and Time** August 1, 2025 (Fri) 9:00 – 17:00  
**Hybrid Meeting (IMR and Online)**

**Topics**  
① Oral Health Care  
② Biomaterial  
③ Biomedical Engineering  
④ Young Investigators

**Online registration**  
Please register by **July 25, 2025 (Fri)**, Japan standard time  
※ We will send the URL for participating in the seminar to all the applicants by the date of the seminar  
※ **Deadline for Abstract Submission: July 11 Fri., 2025**

**URL** <https://forms.gle/pgJFcCkYeYsrqDseA>

**Contact:** Design Engineering by Joint Inverse Innovation for Material Architecture (DEJI<sup>2</sup>MA), Tohoku University  
E-mail: [rokkenpro-imr@grp.tohoku.ac.jp](mailto:rokkenpro-imr@grp.tohoku.ac.jp)

IMR





Information  
and  
Community  
Materials

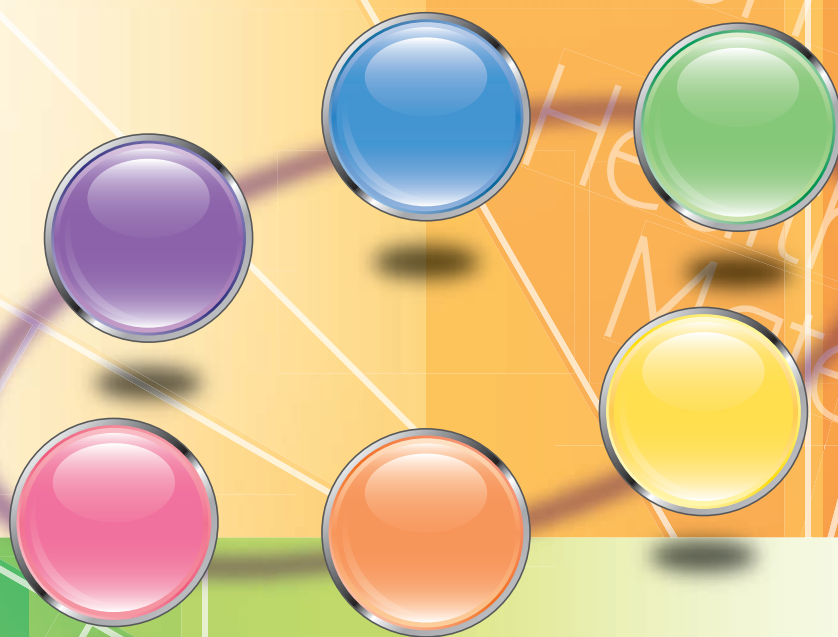
# NEWS LETTER

2025.11  
Vol.5 No.1

## 6研究所連携・出島プロジェクトニュース

国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト(出島プロジェクト)

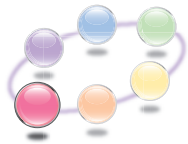
Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture(DEJI<sup>2</sup>MA Project)



### Publication contents

幹事研究所所長あいさつ	1
プロジェクトの成果	2
出島コンソーシアム	5
国際会議(DEJI <sup>2</sup> MA-5)	5
行事リスト	5
受賞など	6
令和7年度プロジェクト研究課題	7





環境  
エネルギー材料  
分野

大阪大学 接合科学研究所

## Fe-Mg脱成分反応継手における微細複合組織構造の再構成を用いた力学特性評価手法の構築

輸送機器分野におけるCO<sub>2</sub>排出量削減などの観点から、軽量化と高強度化を両立するために重要な役割を担う異種材料接合技術が注目されています。本研究では東北大学金属材料研究所と連携して、鉄(Fe)とマグネシウム(Mg)のような非混和性材料の接合法として提案された、脱成分反応(dealloying)を利用した手法によって作成された継手の力学的特性評価に取り組んでいます。本接合手法では、接合界面に形成されるFeとMgの微細複合組織によって機械的接合が達成されると考えられています。この微細複合組織が継手の力学特性に与える影響を定量的に評価するため、三次元構造の再構成と有限要素法を組み合わせたシミュレーション手法を構築しました。まず、接合界面の組織画像に基づいて、機械学習により三次元構造を再構成し有限要素モデル化しました。そして引張負荷時の応力-ひずみ挙動をシミュレーションしました。シミュレーションの結果、Fe-Mg微細複合組織構造の巨視的な応力-ひずみ関係は、FeおよびMgそれぞれの特性の中間に位置することが確認できるとともに、組織レベルでは複雑な応力分布が形成されていることが明らかになりました。本手法は、微細複合組織構造と力学特性の関係を明らかにするために有効であり、今後も組織構造に関するパラメトリックスタディなどを通じて、継手強度の支配因子抽出と構造および接合条件の最適化を進めていきます。

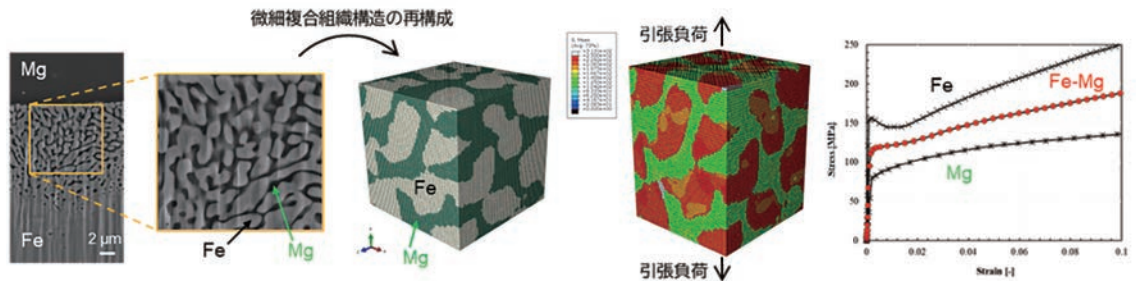
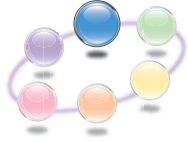


図1 Fe-Mg微細複合組織構造の再構成と力学シミュレーションの例



環境  
エネルギー材料  
分野

名古屋大学 未来材料システム研究所

## 世界最高性能の誘電体蓄電キャパシタを開発

再生可能エネルギーの有効利用や電気自動車の普及に向けては、高性能な蓄電デバイスの革新が不可欠です。現在、リチウム二次電池や電気二重層キャパシタなどの研究開発および実用化が進められていますが、従来の蓄電デバイスには依然として課題が残されています。名古屋大学の長田グループでは、従来技術とは一線を画し、誘電体を用いた蓄電キャパシタの開発を進めています。誘電体キャパシタは、従来の蓄電デバイスとは異なり、充放電過程において化学反応を伴わず、分極という物理現象を利用して電気エネルギーを蓄積します。そのため、短時間での充電(数秒以内)、長寿命、高出力密度といった優れた特性を示し、究極の安全・全固体蓄電デバイスとして期待されています。近年、世界的に開発競争が激化していますが、誘電体キャパシタには、エネルギー密度が低いという本質的な課題がありました。本研究では、この課題を打破するため、分子レベルの厚さ(1.5–3nm)で高い誘電率と高い絶縁性を兼ね備えたナノシート(Ca<sub>2</sub>Na<sub>m-3</sub>Nb<sub>m</sub>O<sub>3m+1</sub>)を開発し、ナノシート積層素子で現行デバイスの性能限界を突破する世界最高のエネルギー密度(174–272J/cm<sup>3</sup>)を実現しました(図1)。さらに、ナノシート積層素子は、高エネルギー密度と高出力密度に加え、優れたサイクル安定性および高温環境下での安定性を示すことが確認されました。今回の成果は、誘電体キャパシタの開発に向けて新たな設計指針を与えると同時に、ナノシートが持つ高エネルギー密度、高出力密度、短い充電時間、長寿命・高温安定性という特徴を利用した全固体蓄電デバイスへの応用展開が期待されます。

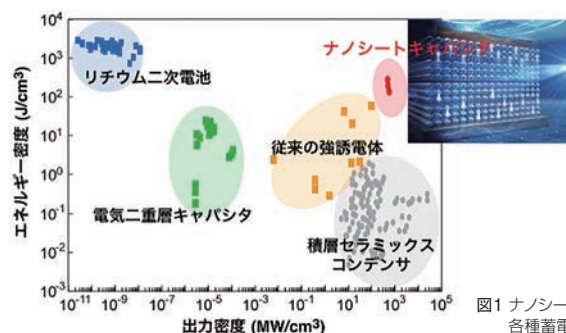
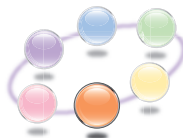


図1 ナノシートキャパシタの構造と各種蓄電デバイスとの特性比較



環境・  
エネルギー材料  
分野

東北大学  
金属材料研究所

## 酸素のスピンを感じる多孔性層状磁石： 協同現象による連続的な相転移変化を観測

金属-有機構造体(MOF)は、本年のノーベル化学賞受賞主題であり、最もホットな材料ターゲットの一つである。MOFは、多孔性と長距離磁気秩序を併せ持つことが可能であり、これまでに、物質輸送を介した磁気相の精密な変調を実現してきた。それらのゲスト応答性MOF磁石では、ゲスト分子の導入が格子に電子的または構造的摂動を与え、二元的なON/OFF型の相転移を実現した。しかし、ゲストの挿入量に応じたドメイン形成や協同現象を伴う連続的な磁気相転移の制御については、これまで十分に議論されてこなかった。一方、酸素(O<sub>2</sub>)のようなスピン活性ゲストは、磁気交換経路を直接媒介することにより、磁気相変換を実現し得ることを2018年に初めて報告した。しかし、ゲスト吸着とスピン媒介の動的磁気変遷は依然として未解明であった。本研究では、反強磁性層間に存在するボトルネック状の孤立細孔にO<sub>2</sub>二量体が閉じ込められることで、結晶構造の大きな変化を伴うことなく、O<sub>2</sub>スピンの磁気媒介により強磁性体から反強磁性体への連続的な磁気相転移が誘起されることを実証した。さらに、この連続的な磁気相転移現象について、O<sub>2</sub>の挿入量が反強磁性ドメインの協同的成長に対応することを明らかにした。密度汎関数理論(DFT)計算の結果、反強磁性的に結合したO<sub>2</sub>二量体が隣接するフェリ磁性層間の磁気交換を媒介し、反強磁性秩序を安定化させていることが示された。

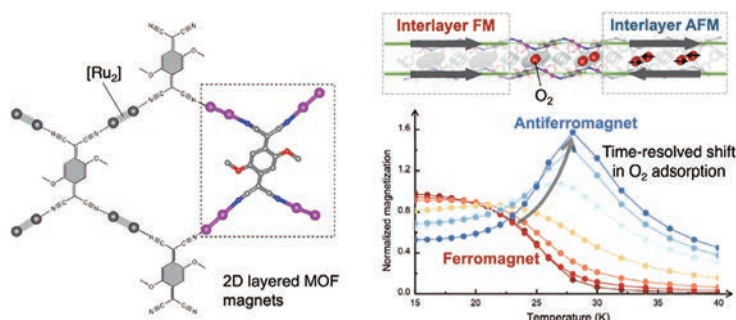


図1 二次元層状磁性体と酸素挿入による磁気相変化



バイオ・  
医療機器材料  
分野

東京科学  
大学フロンティア  
材料研究所

## 糖鎖修飾による抗体の構造動態制御メカニズムの解明 ～分子経路を介した免疫機能調節の新たな視点～

抗体は、病原体の認識と排除において中心的な役割を果たす免疫分子であり、その機能は抗原との結合のみならず、Fc領域を介したエフェクター分子との相互作用によって発揮されます。近年、Fc領域に結合する糖鎖の構造が、抗体の機能に大きく影響を与えることが明らかになってきましたが、その動的構造変化の詳細なメカニズムについては未解明な点が多く残されていました。本研究では、糖鎖構造の異なるIgG1-Fcを調製し、安定同位体標識NMR分光法および分子動力学シミュレーションを用いて、Fc領域の動的構造を解析しました。さらに、動的ネットワーク解析を導入することで、糖鎖修飾の影響が分子内に伝播する経路を「分子経路」として同定することができました。解析の結果、ガラクトース残基は糖鎖の動きを抑制する「錨」として、またFc領域全体の動きを制限する「楔」として機能することが明らかになりました。加えて、フコース除去がFc受容体との相互作用に関与するアミノ酸残基の動態に影響を与えることも示されました。これらの知見は、糖鎖修飾が抗体の構造と機能に与える影響を原子レベルで理解する上で重要であり、抗体医薬品の設計において、糖鎖を介した動的制御という新たな視点を提供するものです。分子経路という概念は、糖鎖修飾の効果が局所的にとどまらず、分子全体に伝播することを示唆しており、今後の免疫制御技術の発展に寄与することが期待されます。

参考文献: Saeko Yanaka et al., "Exploring glycoform-dependent dynamic modulations in human immunoglobulin G Fc Region via Computational and Experimental Approaches", PNAS, 122, e2505473122 (2025)

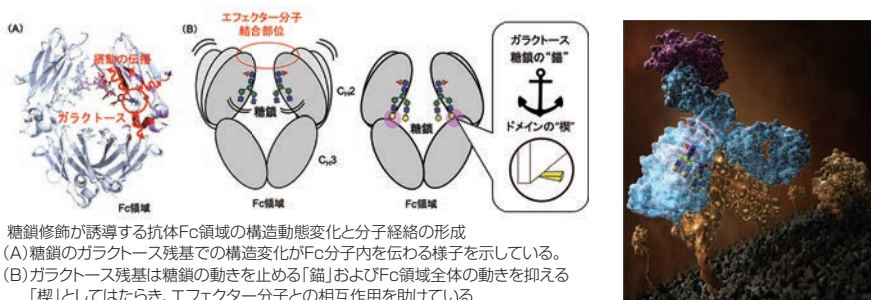
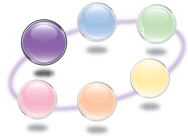


図1 糖鎖修飾が誘導する抗体Fc領域の構造動態変化と分子経路の形成  
(A) 糖鎖のガラクトース残基での構造変化がFc分子内を伝わる様子を示している。  
(B) ガラクトース残基は糖鎖の動きを止める「錨」およびFc領域全体の動きを抑える「楔」としてはたらき、エフェクター分子との相互作用を助けている

図2 抗体の糖鎖修飾、特に末端のガラクトース付加が、Fc $\gamma$ 受容体との相互作用を遠隔的に制御する様子を描写している。図版提供: 辻野貴志(イラストレーター)、谷中冴子、加藤晃一



バイオ・  
医療機器材料  
分野

東京科学大学

生体材料工学研究所

## チタン合金/ジルコニア界面の摩耗特性の把握と 歯科インプラント表面設計への応用

チタンは、優れた力学的特性や生体適合性を有するとともに、オッセオインテグレーション(骨と直接結合する現象)が生じる金属であることから、歯科インプラントの歯根部に用いられています。歯根部と上部構造とを接続する役割を担う支台部には、近年、審美性の観点から、ジルコニアの使用が増加しています。この場合、チタンとジルコニアとが接触することになり、両者の力学的特性の違いから、それらの界面におけるチタン側の摩耗の加速が懸念されます。一方で、摩耗量を低減させる手段の一つとして、表面微細形状の付与が提案されています。チタンは、合金タイプ( $\alpha+\beta$ 型、 $\beta$ 型)によって、ジルコニアに対する摩耗特性が異なります。そこで、本研究では、生体用 $\beta$ 型Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr合金(TNTZ)と $\alpha+\beta$ 型Ti-6Al-4V ELI合金(Ti64)にピコ秒レーザー加工で表面微細形状(ディンプル)を付与し、生理食塩水中におけるその摩耗挙動に及ぼす影響を調査しました。Ti64では、摩耗粉が砥粒として作用するため、磨耗粉の増加により摩耗量も増加します。そのため、表面に形成させたディンプルの摩耗粉の捕集により摩耗量が低減しました。これに対して、TNTZでは、摩耗粉が表面に凝着しやすい性質があり、その凝着部が摺動の繰り返しによって硬化し、保護層として作用するようになります。そのため、ディンプルに摩耗粉が捕集されると、保護層の形成が阻害され、むしろ摩耗量が増大しました。このように、チタンの摩耗に対する表面微細形状の付与は必ずしも有効と限らず、摩耗粉の役割に依存して効果の有無が異なることを明らかとしました。この知見は、歯科インプラントの表面設計において重要な指針を与えると考えられます。

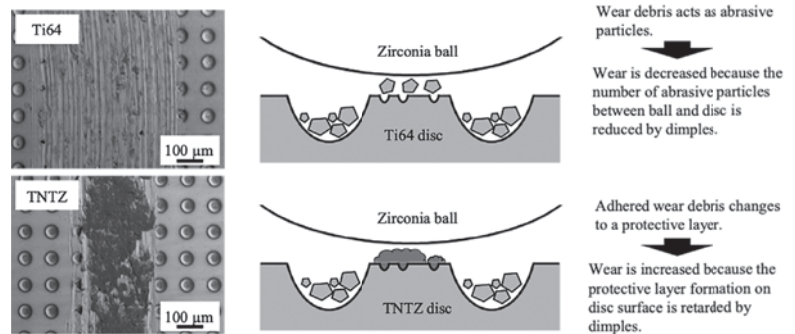
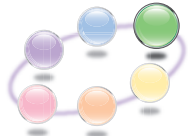


図1 ジルコニアに対する $\alpha+\beta$ 型チタン合金(Ti64)と $\beta$ 型チタン合金(TNTZ)の摩耗挙動の違いとそれに伴う表面微細形態の効果の変化



情報通信材料  
分野

早稲田大学  
ナノライフ  
創新研究機構

## グラフェン成長におけるSiC表面ステップバンチング抑制

グラフェンは、次世代エレクトロニクス材料として期待されています。グラフェン成長法の一つであるSiC熱分解法では、グラフェン成長中に、基板であるSiC表面の多数の原子が移動することによって、表面に大きな凹凸が発生するステップバンチングを生じてしまうことが問題でした。凹凸が存在すると、そこでキャリアが散乱されてしまうので、凹凸は小さい方が望ましいです。本研究では、新たに開発した2ステップ法により、ステップバンチングを大幅に抑制したグラフェン成長が可能であることを示しました。具体的には、ステップ1としてSiC単結晶基板を $10^{-4}$ Pa程度の真空中 $1300^{\circ}\text{C}$ で5分間加熱したあとで、ステップ2として大気圧Ar雰囲気中 $1800^{\circ}\text{C}$ で10分間加熱することで、図1(a)の原子間力顕微鏡像に示す表面形態を持つグラフェンを得ました。挿入したラマンスペクトルと、(c)に示す像(a)中の高さプロファイルから、高さ3nm程度のステップと算術平均粗さ $R_{\text{ave}}$ 約0.93nmの表面に、均一なグラフェンが形成されていることがわかりました。一般的な大気圧Ar中での1ステップ成長では、(b)に示すように高さ20nm程度のステップと $R_{\text{ave}}$ 約6.0nmであり、極端に大きな凹凸が見られます。これらの結果は、2ステップ法によってステップバンチングを大幅に抑制できたことを示しています。この成果によって、グラフェンのデバイス応用やパワー半導体のリモートエピタキシャル成長技術が急速に進展すると期待されます。本成果は、出島コンソーシアム企業会員と早稲田大学の共同研究の成果です。

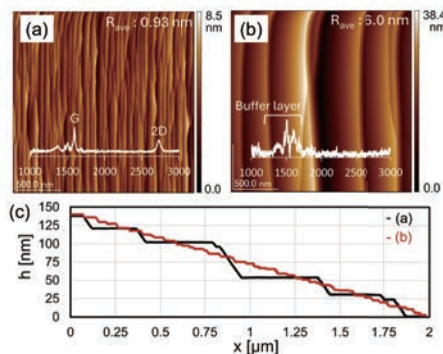


図1 (a) 2ステップ法および(b)典型的な1ステップ法により成長したグラフェン/SiCの原子間力顕微鏡像。図中にはそれぞれラマンスペクトルを挿入している。(c) (a)および(b)中の高さプロファイル

## 令和7年度活動報告 (上期)

第6回出島コンソーシアム・セミナーは、2025年5月23日(金)に大阪大学中之島センターにて開催されました。今回は、大阪大学接合科学研究所が主催する第22回産学連携シンポジウムとの共催として行われました。

セミナーでは、接合科学研究所の桐原聡秀先生、麻寧緒先生、伊藤和博先生より研究シーズの紹介があり、活発な質疑応答が行われました。社会実装を目指した産学連携活動に向けて、大変有益な機会となりました。参加者は約90名にのぼり、盛況のうちに終了しました。

また、第5回出島コンソーシアム・チュートリアル講座は、東北大学金属材料研究所が主催する第95回金属材料研究所夏期講習会との共催として実施されました。第6回チュートリアル講座は、東京科学大学総合研究院フロンティア材料研究所が主催する第202回フロンティア材料研究所学術講演会との共催として実施されました。

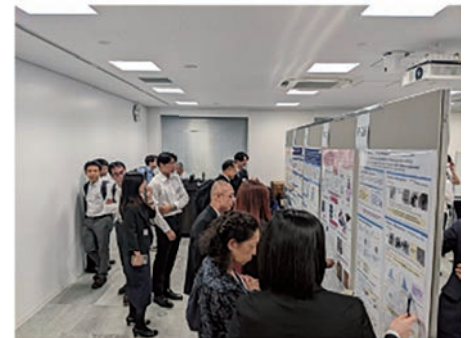
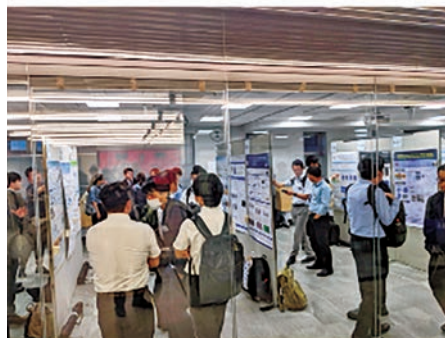
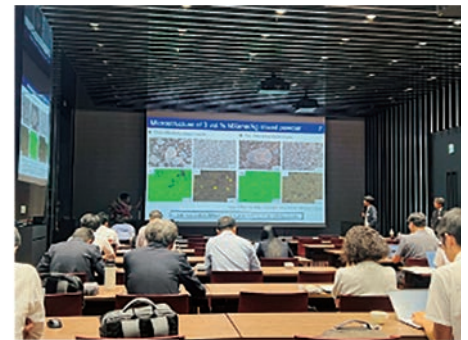
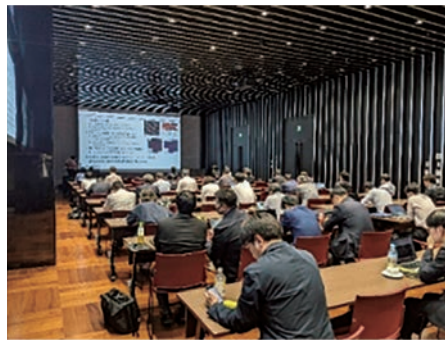


第6回出島コンソーシアム・セミナー

## 国際会議 (DEJI<sup>2</sup>MA-5)

国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト(DEJI<sup>2</sup>MAプロジェクト)の第5回国際会議(The 5th International Symposium on Design & Engineering by Joint Inverse Innovation for Materials Architecture (DEJI<sup>2</sup>MA-5))が、2025年10月1日(水)に大阪大学中之島センターにおいて、Visual-JW2025との共催で開催されました。本国際会議の開催にあたり、大阪大学接合科学研究所の藤井英俊所長より開会挨拶がありました。

DEJI<sup>2</sup>MA-5のセッションにおいては、国内外の研究者から12件の招待講演が行われ、最先端の研究成果が報告されました。その後、ポスターセッション(67件)が行われました。Visual-JWに参加の国内外の研究者とも活発な議論が交わされ、インヴァースイノベーション材料創出のための大変有益な機会となりました。参加者は全体で188名となり、国際会議DEJI<sup>2</sup>MA-5は成功裏に終了しました。



## 行事リスト

### 2025年

- ・7月4日 ..... (東京科学大学)  
第13回バイオ・医療機器材料分野 研究会
- ・8月1日 ..... (東北大学)  
The 20th International Workshop on Biomaterials in Interface Science
- ・9月9日 ..... (東京科学大学)  
第14回バイオ・医療機器材料分野 研究会
- ・10月3日 ..... (早稲田大学)  
International Workshop on Epitaxial 2D Materials 2025 (IWE2DM-2025)
- ・11月26日 ..... (名古屋大学)  
第7回出島コンソーシアムセミナー
- ・12月3日 ..... (大阪大学)  
接合科学研究所・東京セミナー

### 2026年

- ・3月14日 ..... (東京科学大学)  
令和7年度公開討論会(第8回出島コンソーシアムセミナー)

受賞リスト

教員

- ・令和7年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞  
「有機半導体界面を使った発光素子の開発研究」  
東京科学大学・准教授 伊澤 誠一郎 (令和7年4月15日)
- ・令和7年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 (研究部門)  
「計算科学に立脚した無機電子材料の開拓に関する研究」  
東京科学大学・教授 大場 史康 (令和7年4月15日)
- ・第57回 市村学術賞 (貢献賞)  
「超低電圧で駆動する青色有機ELの開発」  
東京科学大学・准教授 伊澤 誠一郎 (令和7年4月18日)
- ・スマートプロセス学会 2025年度 スマートプロセス学会論文賞  
大阪大学・助教 都甲 将 (令和7年5月2日)
- ・第74回 高分子学会年次大会 優秀オランダ発表賞 (一般部門)  
「芳香族ポリオレフィンの多機能化・高屈折率・機械特性・溶解性制御に向けた分子設計」  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年5月19日)
- ・粉体粉末冶金協会 第63回 研究進歩賞  
「金属積層成形におけるガス泡抑制と高機能粉末の作製に関する研究」  
東北大学・准教授 山中 謙太  
東北大学・特任教授 千葉 晶彦 (令和7年5月28日)
- ・第46回 本多記念研究奨励賞  
「高効率な熱電変換と熱制御を目指した新材料の設計と開発に関する研究」  
東京科学大学・准教授 片瀬 貴義 (令和7年6月5日)
- ・第46回 本多記念研究奨励賞  
「積層成形技術による金属構造材料の高機能化に関する研究」  
東北大学・准教授 山中 謙太 (令和7年6月5日)
- ・第7回 固体化学フォーラム研究会 ポスター賞 (物質設計評価施設賞)  
「BiFe<sub>0.9</sub>Co<sub>0.1</sub>O<sub>3</sub>ナノドットにおける電場印加によるトポジカルおよび磁気ドメイン構造の変化」  
東京科学大学・博士研究員 Lee Ko mok (令和7年6月24日)
- ・有機EL討論会 第18回 業績賞  
「世界最高電圧で光る青色有機ELの開発」  
東京科学大学・准教授 伊澤 誠一郎 (令和7年6月26日)
- ・第20回 ナノ・バイオメディカル学会 学会賞  
「酵素反応を利用したRNA内包タンパク質ケースの自己組織化機構の制御と理解」  
東京科学大学・助教 堀 真緒 (令和7年10月23日)
- ・第20回 ロレアル・ユネスコ女性科学者 日本奨励賞  
「人工生命の創製に向けた天然アミノ酸由来の核酸による化学的な遺伝情報伝達」  
東京科学大学・助教 沖田 ひかり (令和7年10月22日)
- ・日本セラミックス協会東海支部 春翔賞 (日本ガイシ賞)  
「Dion-Jacobsonペロブスカイトの原子層制御と新規機能創製」  
名古屋大学・D3 森田 秀 (令和7年4月11日)
- ・第72回 応用物理学会春季学術講演会 Poster Award  
「薄膜型マイクロ流体デバイスを用いたヒトiPS細胞由来大脳皮質神経細胞の「タンク」培養」  
東北大学・D3 酒井原 一守 (令和7年5月13日)
- ・日本セラミックス協会 年会優秀賞 (日本ガイシ賞)  
「原子層制御法によるDion-Jacobson型ペロブスカイト強誘電体Cs(Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>)(Ti<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>)O<sub>3+n</sub>の合成」  
名古屋大学・D3 森田 秀 (令和7年5月16日)
- ・日本セラミックス協会 年会優秀賞 (ノリタケ賞)  
「結晶成長制御による単結晶性セリアナノシートの形態制御」  
名古屋大学・D2 伊東 健太郎 (令和7年5月16日)
- ・日本セラミックス協会 年会優秀賞 (日本板硝子賞)  
「層状ペロブスカイト強誘電体 RbBi<sub>2-x</sub>La<sub>x</sub>TiNbO<sub>6</sub>の相転移挙動」  
名古屋大学・D2 西橋 慧太 (令和7年5月16日)
- ・溶接学会軽構造接合加工研究委員会 溶接学会軽構造接合加工研究委員会講演 奨励賞  
大阪大学・M2 木内 夏実 (令和7年5月19日)
- ・20th Japan-Korea Symposium on Catalysis (20JKSC) Asia Chem2025 Young Presentation Award  
「Liquid-Phase Oxidation of Isobutane Catalyzed by High-valent Iron-based Perovskite Oxides」  
東京科学大学・D2 山本 昌尚

学生

- (令和7年5月21日)
- ・The 9th International Congress on Laser Advanced Materials Processing (LAMP2025) The HPL2025 Outstanding Paper Award  
大阪大学・M2 吉田 環 (令和7年6月13日)
- ・日本セラミックス協会 東海支部 東海若手セラミスト懇話会 優秀発表賞  
「層状ペロブスカイト型有機物RbLnTiNbO<sub>6</sub>(Ln = La, Ce, Pr, Nd)の制御ナノシート化および第一原理計算による局所構造解析」  
名古屋大学・M2 石神 悠太 (令和7年6月13日)
- ・日本セラミックス協会 東海支部 東海若手セラミスト懇話会ベストディスカッション賞  
名古屋大学・M2 石神 悠太 (令和7年6月13日)
- ・20th Asia Chem2025 Oral Presentation Awards "Effect of deposition cycles on the catalytic activity of atomic-size gold-modified polyaniline analogues for low alcohol oxidation"  
東京科学大学・D2 岡本 奎祐 (令和7年6月25日)
- ・20th Asia Chem2025 Oral Presentation Awards "Environmentally friendly electrodeposition of conducting polymers using supercritical carbon dioxide-with-water emulsified electrolytes"  
東京科学大学・D1 Vinaisuratarn Punvina (令和7年6月25日)
- ・The 19th Pacific Polymer Conference (PPC19), PPC19 Poster Award  
"Prediction of Ionic Conductivities of Sulfur-containing Polymer Electrolyte from Limited Experimental Data"  
早稲田大学・M2 Takuya Yokoo (令和7年7月6日)
- ・The 19th Pacific Polymer Conference (PPC19), PPC19 Poster Award sponsored by Materials Horizons  
"Benzocyclobutene Cross-linked Poly (phenylene sulfide)s with Low Dielectric Properties and Enhanced Thermostability"  
早稲田大学・M2 Yuto Nakamura (令和7年7月6日)
- ・REIMEI Workshop, REIMEI Workshop Poster Award  
"Growth of graphene/Mo2C/SiC hetero-epitaxial structure and its superconducting properties"  
早稲田大学・M1 Takuya Kamimura (令和7年7月9日)
- ・REIMEI Workshop, REIMEI Workshop Poster Award  
"Strain introduction into graphene and its electronic states via Pd intercalation"  
早稲田大学・M1 Ayato Yamane (令和7年7月9日)
- ・MISW2025 Outstanding Presentation Award  
"Thermodynamic calculations for by-product-free ZnS film fabrication by solution process"  
東京科学大学・M2 大塚 克基 (令和7年8月4, 5日)
- ・第23回 無機材料合同研究会 優秀賞  
"Copper Doping-Driven Modulation of Optical and Electrical Properties in Solution-Processed Nickel Cobalt Oxide Thin Films"  
東京科学大学・M2 Dinh The Nam (令和7年8月27日)
- ・第41回 日本セラミックス協会 関東支部研究発表会 優秀賞  
「誘導加熱プロセスを用いた溶液中でのバリウムフェライト合成」  
東京科学大学・M1 池谷 唯我 (令和7年9月3日)
- ・第23回 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会 奨励賞  
「Biological neurons act as generalization filters in reservoir computing」  
東北大学・D3 住 拓磨 (令和7年9月10日)
- ・第74回 高分子討論会 優秀ポスター賞  
「三元共重合体の重合誘起自己組織化によるユニークな形態転移」  
東京科学大学・M2 柴田 生吹 (令和7年9月18日)
- ・第74回 高分子討論会 優秀ポスター賞  
「高分子エレクトレット不織布の作製と環境電機機能評価」  
東京科学大学・M2 鈴木 恵太 (令和7年9月18日)
- ・第74回 高分子討論会 優秀ポスター賞  
「層状シリカナノ粒子を用いた高分子ナノコンポジットの構造と力学特性」  
東京科学大学・M2 大石 龍喜 (令和7年9月18日)
- ・日本セラミックス協会 第38回 秋季シンポジウム 最優秀講演奨励賞  
「多結晶BeOの熱輸送特性に及ぼす粒径および結晶構造多形の影響」  
東京科学大学・D3 樋口 龍生 (令和7年9月19日)
- ・日本セラミックス協会 第38回 秋季シンポジウム 優秀賞  
「低次元層状オキシカルコゲナイドの薄膜成長と光電変換特性」  
東京科学大学・D2 吉川 桜良

- (令和7年9月19日)
- ・日本セラミックス協会 第38回 秋季シンポジウム 「ナノクリスタルが拓く新しいセラミックス技術」セッション最優秀発表賞  
名古屋大学・M2 中村 健生 (令和7年9月22日)
- ・軽金属溶接協会 軽金属溶接協会 優秀ポスター発表賞  
大阪大学・M2 加瀬部 隆太 (令和7年9月25日)
- ・第74回 高分子討論会 優秀ポスター賞  
"Development of Injectable Hydrogels with Tunable Gelation Time via Multi-Substituted Dioxazaborocane Structures"  
東京科学大学・M2 Yingfu Zhao (令和7年10月23日)
- ・The 10th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2025) Young Researcher Poster Award  
"Sequence Exploration of Synthetic Elastin for Chain Shortening"  
東京科学大学・M1 Daichi Tamaoki

プレスリリース

- ・「室温に近い温度でスルフィドからスルホンを選択的に合成 -高性能な六方晶ペロブスカイト酸化物ナノ粒子触媒を開発-」  
東京科学大学・教授 鎌田 慶吾 (令和7年4月7日)
- ・「1ナノ極薄触媒シートが水の解離を劇的に促進 燃料電池、CO回収など応用デバイス開発へ重要な一歩」  
名古屋大学・助教 山本 瑛祐  
名古屋大学・教授 長田 実 (令和7年4月17日)
- ・「電場による磁化反転の新たな経路を発見 -素子設計の自由度拡張、低消費電力メモリ素子の実現へ弾み-」  
東京科学大学・助教 重松 圭  
東京科学大学・特任准教授 Hena DAS  
東京科学大学・教授 東 正樹 (令和7年5月30日)
- ・「超低電圧で光る白色有機ELの開発に成功 -アップコンバージョン過程を応用し、青色に黄色・水色を混ぜる-」  
東京科学大学・准教授 伊澤 誠一郎  
東京科学大学・教授 真島 豊 (令和7年7月24日)
- ・「世界初、大気下でつくる新しいリチウムイオン電池電解質 -電池のリサイクル容易化と製造コスト低減に、循環型社会の基盤創出へ-」  
東京科学大学・准教授 安井 伸太郎 (令和7年7月30日)
- ・「大阪・関西万博で「マルチフェロイック光触媒」を用いた環境にやさしいデモンム廃水の浄化技術」を展示 -廃水を資源に変えるSDGs時代の革新的光触媒技術-」  
東京科学大学・准教授 Tso-Fu Mark Chang (令和7年8月17日)
- ・「糖鎖による抗体ダイナミクスの制御機構を解明 -分子認識が抗体医薬設計の新たな鍵に-」  
東京科学大学・准教授 谷中 冴子 (令和7年8月4日)
- ・「電気力での磁石の向きを変える! 次世代メモリのカギを握る新発見-電場で「垂直方向の磁石」をひっくり返す道を開拓」  
東京科学大学・助教 重松 圭  
東京科学大学・教授 東 正樹 (令和7年8月5日)
- ・「室温で紫～橙色で光るp型/n型半導体を実現 -スピネル型硫化物化合物を基盤とした独自の化学設計指針-」  
東京科学大学・助教 半沢 幸太  
東京科学大学・教授 平松 秀典 (令和7年9月19日)
- ・「固体電解質の従来の2大焼結法で特性に差異がでないことを確認」  
東北大学・准教授 程 建鋒  
東北大学・教授 加藤 秀実

新聞記事・Web記事

- ・日刊工業新聞  
「阪大とダイエン、アルミ板同士を点接合溶かさず高強度」  
大阪大学・教授 藤井 英俊  
大阪大学・特任准教授 森貞 好昭 (令和7年4月23日)
- ・日刊工業新聞  
「名大など、バイポーラ膜の性能向上 ナノシートで電流密度1000倍」  
名古屋大学・助教 山本 瑛祐  
名古屋大学・教授 長田 実 (令和7年4月23日)
- ・Yahooニュース  
「電流密度1000倍…名大など、「バイポーラ膜」の性能向上」  
名古屋大学・助教 山本 瑛祐  
名古屋大学・教授 長田 実 (令和7年4月25日)
- ・日本経済新聞 online  
「水に混ぜてリサイクルする電池開発 東京科学大、環境負荷低コスト減」  
東京科学大学・准教授 安井 伸太郎

- (令和7年7月31日)
- ・日刊工業新聞  
「東京科学大が新リチウム電池 製造簡素化・資源循環容易に」  
東京科学大学・准教授 安井 伸太郎 (令和7年8月4日)
- ・News T&T  
「高分子・早稲田、世界初の「階層的高分子グラフ」で「高次元電解質イオン伝導度予測モデルを開発」  
早稲田大学・M2 横尾 拓哉  
早稲田大学・教授 小柳津 研一 (令和7年8月13日)
- ・Xeno Spectrum  
「「スライム」が電池の未来を変える?東京科学大学が開発した革新的電解質[3D-SLISE]が安全・高速充電・循環型電池経済の未来を可能に」  
東京科学大学・准教授 安井 伸太郎 (令和7年8月15日)
- ・日本経済新聞  
「水に混ぜてリサイクルする電池」  
東京科学大学・准教授 安井 伸太郎 (令和7年8月26日)
- ・日本経済新聞  
「乾電池1本で光る白色有機EL」  
東京科学大学・准教授 伊澤 誠一郎  
東京科学大学・教授 真島 豊 (令和7年8月26日)
- ・マイナビニュース  
「科学大、室温で紫～橙色に明るく輝くスピネル型硫化物半導体を開発」  
東京科学大学・助教 半沢 幸太  
東京科学大学・教授 平松 秀典 (令和7年9月22日)
- ・EE Times Japan  
「室温で紫～橙色に光るp型/n型半導体を実現、東京科学大」  
東京科学大学・助教 半沢 幸太  
東京科学大学・教授 平松 秀典 (令和7年9月24日)
- ・ニュースイッチ  
「次世代太陽電池向け新材料に…硫化物半導体、東京科学大が発見」  
東京科学大学・助教 半沢 幸太  
東京科学大学・教授 平松 秀典 (令和7年9月26日)
- ・日本経済新聞  
「日本大とダイセル、誘電正接0.001未満の低誘電材料の開発に成功」  
早稲田大学・教授 小柳津 研一  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年10月2日)
- ・早稲田大学ニュース  
「誘電正接0.001未満を実現一世界最高水準の低誘電材料を発見」  
早稲田大学・教授 小柳津 研一  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年10月2日)
- ・Waseda University News  
"New Polymer Designs for Beyond-5G Telecommunications"  
早稲田大学・教授 小柳津 研一  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年10月2日)
- ・EurekaAlert!  
"New Polymer Designs for Beyond-5G Telecommunications"  
早稲田大学・教授 小柳津 研一  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年10月2日)
- ・MIRAGE  
"New Polymer Designs For Beyond-5G Telecommunications"  
早稲田大学・教授 小柳津 研一  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年10月2日)
- ・Quantum Server Materials  
"Polymers with Ultralow Dielectric Loss: A New Frontier for 6G Telecommunications"  
早稲田大学・教授 小柳津 研一  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年10月5日)
- ・日刊工業新聞  
「誘電正接0.001未満 早大・ダイセルが低誘電材料」  
早稲田大学・教授 小柳津 研一  
早稲田大学・講師 渡辺 清瑚 (令和7年10月9日)
- ・河合塾「みらいぶっく」  
「熱電変換 半導体デバイスからの排熱を、2次電池に蓄電して再利用するシステム」  
早稲田大学・准教授 出浦 桃子 (令和7年10月13日)

# 令和7年度6研究所連携プロジェクト各分野研究課題(抜粋)

## ○環境・エネルギー材料分野

1. 高張力鋼板とマグネシウムの抵抗スポット接合技術に関する研究 (阪大接合研-東北大金研)
2. 摩擦攪拌接合した二相ステンレス鋼の低温変形中その場中性子回折法による変形挙動解析 (阪大接合研-東北大金研)
3. Fe-Mg異種接合部の異種接合部の微細組織構造に基づく強度最適化設計の提案 (阪大接合研-東北大金研)
4. Ni-Mo合金コンタクトチップの高耐久化 (阪大接合研-東北大金研)
5. 非混和性材料機械的接合部の微細組織構造を利用した引張特性評価手法の検討 (阪大接合研-東北大金研)
6. アーク溶接及びWAAMのプロセス原理説明と精密制御技術の開発 (阪大接合研-名大未来研)
7. プラズマ触媒作用による低温・高活性ガスコンバージョンプロセスの創生 (阪大接合研-名大未来研-東北大金研)
8. 水との相界面を反応場とするグリーン粒子合成と特性評価 (阪大接合研-名大未来研)
9. Fabrication of hydrogen fuel catalysts with macro and meso porosity by stereolithography and high temperature liquid metal dealloying (阪大接合研-東北大金研)
10. 高次構造制御ナノチタン酸化物による水質浄化を実現する環境対応型水処理技術の確立 (東北大金研-阪大接合研-東京科学大歯学総合研究科-企業)
11. ありふれた元素からなる高性能熱電変換材料の設計と開発 (東京科学大フロンティア材料研-名大未来研)
12. リン酸ピスマスナノ粒子触媒によるメタンの直接酸化反応 (東京科学大フロンティア材料研-名大未来研)
13. 渦輪による密度成層流体の混合に関する数値的研究 (名大未来研-早大ナノ・ライフ機構)
14. プラズマ触媒作用によるメタネーション技術の創生 (阪大接合研-名大未来研)
15. ナノ材料の低次元・多元素化と界面機能探索 (阪大接合研-名大未来研)
16. 原子膜技術による革新的蓄電デバイスの創成 (名大未来研)
17. 異常ネルスト効果を基軸としたスピン熱磁気発電材料の開発 (名大未来研-東北大金研)
18. 異常ネルスト効果を基軸としたスピン熱磁気発電デバイス技術の開発 (名大未来研-東京科学大フロンティア材料研)
19. 熱分解誘起相分離を用いた機能性セラミックス粒子の創成 (名大未来研-東京科学大フロンティア材料研)
20. CeO<sub>2</sub>系ナノ粒子によるナノキヤップ酸素センサー (名大未来研-東京科学大フロンティア材料研)
21. 水溶媒が創出する新規吸着材 (名大未来研-東京科学大フロンティア材料研)
22. 無機ナノシートの構造物性解明 (名大未来研-東京科学大フロンティア材料研)
23. 低温作動固体酸化燃料電池の高次ナノ・ミクロ構造制御 (名大未来研-阪大接合研)
24. 多孔性ナノシート化の合成基盤確立と革新的熱電材料の創成 (名大未来研-早大ナノ・ライフ機構)
25. 欠陥制御による蓄電材料開発 (名大未来研)
26. 有機リドックスフロー電池の開発 (早大ナノ・ライフ機構)
27. 窒化物半導体の熱電材料応用 (早大ナノ・ライフ機構)
28. タイヤモンド省エネデバイス (早大ナノ・ライフ機構)
29. 有機固体電解質の開拓と全固体二次電池への応用 (早大ナノ・ライフ機構)
30. ナノシート熱電変換デバイスの開発 (早大ナノ・ライフ機構-名大未来研-東京科学大フロンティア材料研)
31. 先進的合手法を駆使した高機能非鉛材料の探索 (東京科学大フロンティア材料研-東北大金研)
32. 計算科学に立脚した新規無機材料の設計・探索 (東京科学大フロンティア材料研-東北大金研)
33. 機械学習を用いた半導体・誘電体材料探索手法の開発 (東京科学大フロンティア材料研-東北大金研)
34. 高難度酸化反応を可能とする金属酸化物触媒の開発 (東京科学大フロンティア材料研-東北大金研-名大未来研)

## ○バイオ・医療機器材料分野

1. 表面組成・構造制御による抗菌・ウイルス不活化機能の向上 (阪大接合研-東京科学大フロンティア材料研)
2. 造形場の温度制御による高強度LPBF Ti64合金の集合組織の微細化と等方化 (阪大接合研-東北大金研)
3. Future directions in medical alloy design: Ti-based alloys and their fabrication via additive manufacturing techniques (阪大接合研-東北大金研)
4. 可視光応答型酸化チタンの開発および医療応用 (東北大金研-東北大学研究科-東京科学大生材研)
5. がん治療用セラミックスの創製 (東北大学研究科-東京科学大生材研-阪大接合研)
6. マイクロ流体デバイスを用いた培養神経回路の構造機能制御 (東北大学通信研究所-早大ナノ・ライフ機構)
7. 天然ミネラルを活用した口腔内環境改善と疾患予防 (東北大金研-阪大接合研-民間企業)
8. 金属ガラスの温間加工性を向上するための加熱条件最適化解析 (東北大金研-阪大接合研)
9. インプラント表面のマテリアルデザイン-生体活性と抗菌性の両立- (東北大金研-東京科学大物質理工学院)
10. 光造形プロセスにおける組織制御法の確立と人工歯冠への多次元機能発現 (東北大学研究科-阪大接合研)
11. セラミック人工歯の光造形アディティブ・マニファクチャリング (東北大金研-名大未来研-阪大接合研-東北大学研究科)
12. 歯科用セラミック部材の精密アディティブ・マニファクチャリング (東北大金研-名大未来研-阪大接合研-東北大学研究科)
13. 生体用形状記憶合金の開発と機能評価 (東北大学研究科-東京科学大フロンティア材料研)
14. 可視光応答型TiO<sub>2</sub>による抗菌・抗ウイルス表面の創製 (東北大学研究科)
15. ナノチタン酸化物の高次構造・集積制御 (東京科学大歯学総合研究科-阪大接合研-東北大金研)
16. 鉄含有チタン二相合金の強度解析手法の確立と強化因子の特定 (阪大接合研-東北大金研)
17. 超高靱性セラミックス骨修復材料の創製 (東京科学大生材研-阪大)
18. 診断と治療を両立する多機能骨修復材料の創製 (東京科学大生材研-名大)
19. 積層造形金属と歯科材料の接着 (東京科学大)
20. 荷電ハイドロキシアパタイトを用いた下肢虚血に対する血管新生治療 (東京科学大)
21. X線造影性と強度を兼ね備えた新規歯内療法用セメントの開発 (東京科学大)
22. 積層造形法を用いたスポーツ用フェイスシールドの開発・評価 (東京科学大)
23. ポロン酸保護基を応用した新規開裂反応化学の開拓 (東京科学大生材研)
24. 新規ポロン酸複合体の構造解析 (東京科学大生材研)
25. 新規ポロン酸複合体の電子状態の解析 (東京科学大生材研)
26. ポロン酸複合体の開裂反応速度制御による高分子機能材料の創成 (東京科学大生材研)
27. 新規インジェクタブルゲルの開発 (東京科学大生材研)
28. 貼るだけ人工膵臓の開発 (東京科学大生材研)
29. mRNAデリバリー技術の開発 (東京科学大生材研)
30. 経皮的な服薬管理技術の開発 (東京科学大生材研)
31. ポロン酸による分子認識を応用した診断・治療技術 (東京科学大生材研-東北)
32. 機能性人工タンパク質ナノファイバーの開発 (東京科学大生材研-名大未来研)
33. リン酸カルシウム系化合物の骨形成促進的新規人工骨による骨形成実験 (東京科学大)
34. アルミナMg-Ca膜によるインプラント表面の開発 (東京科学大)
35. 水との相界面を反応場とする粒子合成と機能探索 (阪大接合研-名大未来研)
36. 気流制御と深紫外線LEDの融合によるウイルス不活化装置の開発 (名大未来研-早大ナノ・ライフ機構)
37. ウイルス不活化機能をもつエアー・クリーン装置の創出 (名大未来研-早大ナノ・ライフ機構)
38. 血管治療機器用AuCuAl生体用形状記憶合金の開発 (東京科学大フロンティア材料研-東京科学大生材研-東北大学研究科)
39. 貴金属系次世代カテーテルおよび生体適合性形状記憶合金の開発 (東京科学大フロンティア材料研-東北大学研究科)
40. 歯科インプラント材料への新機能創製のためのレーザー加工技術の開発 (阪大接合研-東北大金研-東京科学大フロンティア材料研)
41. Additive manufacturing of Ti-Mo-Zr alloys: a pathway to superior mechanical properties and bioactivity (阪大接合研-東北大金研)
42. 大気圧非平衡低温プラズマ照射による異材接合技術の開発と生体材料への応用に向けた適合性評価 (阪大接合研-東京科学大生材研)
43. αチタン合金の底面配向制御による高靱性化 (阪大接合研-東北大金研)
44. 光応答型抗菌・骨形成促進性シリコン系コーティングの開発 (東京科学大)
45. 口腔内環境を改善する持続放出型抗菌性義歯床用材料の開発 (東京科学大)

## ○情報通信材料分野

1. マルチスケール材料融合によるはんだ材料の高機能化 (阪大接合研-東北大金研)
2. アモルファス半導体を用いた薄膜トランジスタの低温形成に向けたプロセス技術の開発 (阪大接合研-東京科学大フロンティア材料研)
3. Mn-Bi電解膜の作製と磁気特性 (東北大金研-早大ナノ・ライフ機構)
4. Mn-Bi電解膜作製検討とその磁気特性 (東北大金研-早大ナノ・ライフ機構)
5. 新規ハーフメタル型フェリ磁性体の探索研究 (東北大金研)
6. ナノ構造規則化による強磁性体ナノワイヤを用いたスピントロニクス創製 (東京科学大フロンティア材料研-名大未来研)
7. 強誘電体ナノシートによるナノクロスポイント強誘電トンネル接合の開発 (東京科学大フロンティア材料研-名大未来研)
8. 非晶質Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の光電子物性 (東京科学大フロンティア材料研-名大未来研)
9. 反応性スパッタ法を用いた重金属窒化物の薄膜成長 (東京科学大フロンティア材料研-名大未来研)
10. 室温ナノシート集積技術の高度化とセラミックス製造の革新 (名大未来研-阪大接合研)
11. 計算科学・データ科学を活用した新無機半導体の設計と開発 (東京科学大フロンティア材料研-早大ナノ・ライフ機構)
12. アモルファス酸化半導体の新規応用の開拓 (東京科学大フロンティア材料研-阪大接合研)

## ○要素材料・技術開発分野

1. Mo/Co溶リコニウムクロム銅作製基盤確立と革新的コンタクトチップの創成 (東北大金研-阪大接合研)
2. 金属ガラスの温間インプリント加工に関する数値解析と実験検証 (東北大金研-阪大接合研)

## 国際・産学連携 インヴァースイノベーション 材料創出プロジェクト (出島プロジェクト)

**東北大学 金属材料研究所**  
東北大学 [片平キャンパス]  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1  
URL <https://www.imr.tohoku.ac.jp/>

**東京科学大学 フロンティア材料研究所**  
東京科学大学 [すすかけ台キャンパス]  
〒226-8501 神奈川県横浜市緑区長津田町4259  
URL <https://www.msl.iir.isct.ac.jp/>

**大阪大学 接合科学研究所**  
大阪大学 [吹田キャンパス]  
〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘11-1  
URL <https://www.jwri.osaka-u.ac.jp/>

**【組織整備事業】**  
マテリアル革新力強化のための  
5大学6研究所間連携体制の構築  
(コア出島・マルチ出島)  
主幹校  
大阪大学 接合科学研究所  
〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘11-1  
Tel: 06 (6879) 4370 Fax: 06 (6879) 4370

**名古屋大学 未来材料・システム研究所**  
名古屋大学 [東山キャンパス]  
〒464-8603 愛知県名古屋市中区不老町  
URL <https://www.imass.nagoya-u.ac.jp/>

**東京科学大学 生体材料工学研究所**  
東京科学大学 [駿河台キャンパス]  
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台2-3-10  
URL <https://www.lbb.iir.isct.ac.jp/>

**早稲田大学 ナノ・ライフ創新研究機構**  
早稲田大学 [早稲田キャンパス]  
〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町513  
URL <https://www.waseda.jp/inst/nanolife/>

## 報告書の発行にあたって

「国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出 (DEJI<sup>2</sup>MA) プロジェクト」は、6 研究所間の金属、無機材料、環境・エネルギー、生体・医療、エレクトロニクスにおける世界屈指の研究開発基盤を融合し、各研究所の学術研究を基軸に、従来の研究開発アプローチ（学術的成果から応用開発を志向）とは逆に、社会的要求を起点に、6 研究所がもつ専門性のある学術研究を融合することで新たな課題を再設計して課題解決を目指します。ゆえに、本プロジェクトでは、更なる産学連携活動の強化や民間企業との共同研究の促進を期待するところであります。昨年と同様、出島コンソーシアムとしては、会員限定のセミナーを開催するなど積極的に活動を行いました。その結果、大学と企業を結ぶ組織としての役割を担う出島コンソーシアムの企業会員数が 114 名となり順調に会員を集めることに成功しております。引き続き、環境・エネルギー材料分野、バイオ・医療機器材料分野材料、情報通信材料分野の 3 つの研究活動分野において、社会課題から学術成果を融合し、新たな課題を再設計することで課題解決を目指していきます。今年度は KPI に掲げている研究所間連携論文数が 63 報になりました。目標達成までには共著論文数が不足していますが、6 研究所と共に協力し、目標を達成していきたいと思っております。

本報告書には東北大学金属材料研究所での研究概要ならびに研究成果や活動内容を収録いたしました。本報告書が、本プロジェクトに携わる 5 大学 6 研究所研究者の連携を一層強め、研究発展の一助となること願う次第です。本プロジェクト関係者一同、次年度も精進してまいりますので、今後ともご支援を賜りますようお願い申し上げます。

国際・産学連携インヴァースイノベーション材料創出プロジェクト  
東北大学金属材料研究所プロジェクトリーダー 加藤 秀実

令和 7 年度 東北大学 金属材料研究所  
国際・産学連携インヴァースイノベーション  
材料創出プロジェクト  
研究成果報告書

---

発行日	令和 8 年 (2026 年) 3 月
編集責任	加藤 秀実、目代 貴之
発行所	東北大学 金属材料研究所 〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2 丁目 1 番 1 号 共同研究プロジェクト棟 2F TEL: 022-215-2712 FAX: 022-215-2381

---